ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ИНСТРУКЦИЯ

ПИ

ИЛ. 960-003/83



# СВАРКА КОНТАКТНАЯ ТОЧЕЧНАЯ И ШОВНАЯ СТАЛЕЙ, ЖАРОПРОЧНЫХ И ТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ

ПИ-1.4.853—81



НИАТ—1982

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ТЕХНОЛОГИИ И ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА



ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ИНСТРУКЦИЯ

ПИ-1.4.853—81

# СВАРКА КОНТАКТНАЯ ТОЧЕЧНАЯ И ШОВНАЯ СТАЛЕЙ, ЖАРОПРОЧНЫХ И ТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ

1982

Руководитель работы П.Л. Чулошников
Нормоконтролер Е.А. Маркова
Начальник отделения А.П. Световидов
Начальник НИО А.П. Световидов
Начальник НИС П.Л. Чулошников.



Редактор М.М. Валюхова    Техн. редактор Е.Г. Александрова

Подп. в печать 12/V - 1982 г.   Т08451   Формат 60x90/16
Бумага офсетная   Офсетная печать   Печ.л. 4,5 + 2 вкл. = 5
Тираж 500 экз.   Цена 65 коп.
Отпечатано в типографии ЦШУШВОС Зак.979.

| НИАТ | Производственная инструкция<br>Сварка контактная точечная и шовная сталей, жаропрочных и титановых сплавов. | ПИ-I.4.853-8I<br><br>Взамен ПИ-86-75<br>Всего листов 72 |
|---|---|---|

Инструкция является руководством по технологии контактной точечной и шовной сварки низкоуглеродистых, низколегированных и коррозионностойких сталей, жаропрочных и титановых сплавов толщиной от 0,3 +0,3 до 4+4мм.

Применение инструкции обязательно при конструировании и сварке узлов, для соединения деталей которых используется точечная и шовная сварка.

## I. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

I.I. Сварные соединения в зависимости от назначения условий эксплуатации узла /изделия/ и методов контроля подразделяются на три категории: I, П и Ш.

I.2. Принадлежность сварного соединения к соответствующей категории устанавливается конструктором узла /изделия / и главным сварщиком /лицом, ответственным за сварку/, исходя из условий работы соединений, его конструктивных особенностей, применяемых металлов и т.п.; категория указывается в чертеже узла.

I.3. Точечной и шовной сваркой можно соединять детали и узлы, изготовленные из листового и профильного проката, а также детали, изготовленные резанием, с чистотой поверхности не ниже Rz 40 по ГОСТ 2.309-73.

Возможность сварки деталей, изготовленных литьем и ковкой, определяется главным сварщиком только после контроля качества основного металла /отсутствие трещин, расслоений, пор, раковин и т.п./, проведения работ по выбору режима сварки и определения соответствия качества сварных соединений требованиям, указанным в разделе 7 настоящей инструкции.

| Внесена НИАТ | Утверждена I4.0I.8I | Срок введения:<br>0I.06.82 |
|---|---|---|

I.4.Конструкция сварного узла должна обеспечивать возможность подхода электродами /роликами/ к месту сварки и иметь форму и размеры, соответствующие рабочему пространству применяемого оборудования /вылет, раствор и сечение консолей и т.д./.

I.5.При проектировании и сварке узлов необходимо строго соблюдать размеры сварных соединений, указанные в табл.I.Применение нахлёстки размеров, меньше указанных в табл.I, не гарантирует качества сварных соединений, удовлетворяющего требованиям, указанным в разделе 7, Диаметр сварных точек и ширина роликового шва указываются в чертеже узла.

I.6.Предельно допустимое отношение толщин свариваемых деталей и их число в соединении должны соответствовать табл.2.

I.7.Применение в конструкциях точечных и шовных сварных соединений разноименных металлов допускается после проведения опытных технологических работ по определению режима сварки, а также после проверки соответствия качества соединений требованиям раздела 7 настоящей инструкции.

Примечания:

I.Требования, изложенные в п.I.7,не распространяются на разноименные металлы, относящиеся к одной групе режимов сварки.

2.Титановые сплавы не свариваются с другими металлами, приведенными в инструкции.

I.8.Точечные и шовные соединения деталей из коррозионностойких сталей и титановых сплавов могут быть выполнены односторонней сваркой на токопроводящей подкладке и без неё /черт.I/ .При односторонней сварке в соединении не должно быть более двух деталей, а отношения толщин свариваемых деталей не должны превышать указанные в табл.3.

I.9.Сварку без подкладки разрешается применять только для соединений Ш категории.

Примечание.

Сварка без подкладки возможна при условии,что толщина детали со стороны электродов не выходит за пределы 0,8-I,5мм, а толщина другой детали соответственно 3-5 мм и детали не деформируются под действием усилия сжатия электродов.

Таблица I.

Размеры точечных и шовных сварных соединений, мм

| Толщина тонкой детали в соединении | Диаметр литого ядра точки, не менее | Ширина литой зоны шва, не менее | Минимальная нахлёстка при однорядном шве | Минимальное расст. оси шва от края нахлёстки | Минимальный шаг, точек | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | Низкоуглеродистые, низко среднелегированные стали | Нерж. жаропрочные стали и сплавы и титан |
| 0,3 | 2,5 | 2,5 | 6 | 3 | 8 | 7 |
| 0,4 | 2,7 | 2,7 | 7 | 3,5 | 9 | 8 |
| 0,5 | 3 | 3 | 8 | 4 | I0 | 9 |
| 0,6 | 3,2 | 3,2 | 8 | 4 | I0 | 9 |
| 0,7 | 3,3 | 3,3 | 9 | 4,5 | II | I0 |
| 0,8 | 3,5 | 3,5 | I0 | 5 | I3 | II |
| I | 4 | 4 | II | 5,5 | I4 | I2 |
| I,2 | 5 | 5 | I3 | 6,5 | I5 | I3 |
| I,5 | 6 | 6 | I4 | 7 | I7 | I5 |
| I,8 | 6,5 | 6,5 | I5 | 7,5 | I9 | I7 |
| 2 | 7 | 7 | I7 | 8,5 | 2I | I8 |
| 2,5 | 8 | 7,5 | I9 | 9,5 | 23 | 20 |
| 3 | 9 | 8 | 2I | I0,5 | 28 | 24 |
| 3,5 | I0,5 | 9 | 24 | I2 | 32 | 28 |
| 4 | I2 | I0 | 28 | I4 | 37 | 32 |

Примечания: I. При сварке соединения из трех деталей, а также узкой ленты с листом увеличить величину нахлёстки на 25-30%.

2. При сварке деталей с отношением толщин более 2:I, а также при соединении более 2 деталей шаг увеличить на 20%.

3. Соединение деталей выполнять не менее чем двумя точками.

4. Точечная сварка с уменьшением диаметра литого ядра на 25-30% выполняется по РТМ-I536-76.

5. В отдельных случаях допускается уменьшение указанного минимального шага точек, если установлено, что не требуется увеличения сварочного тока из-за шунтирования.

Таблица 2.

| Категория соединения | Предельно допустимые отношения толщин в соединении из двух деталей из одноименных металлов | Число деталей в соединении |
|---|---|---|
| I | 3 : I | 2 |
| П | 4:I | 3 |
| Ш | более 4 : I | 4 |

Примечания:

I. Применение в конструкциях точечных и шовных сварных соединений с отношением толщин более 3 : I, а также соединений из трех и более деталей допускается только после проведения опытных технологических работ по выбору режима сварки, а также после определения, отвечает ли качество соединений требованиям, изложенным в разделе 7 настоящей инструкции.

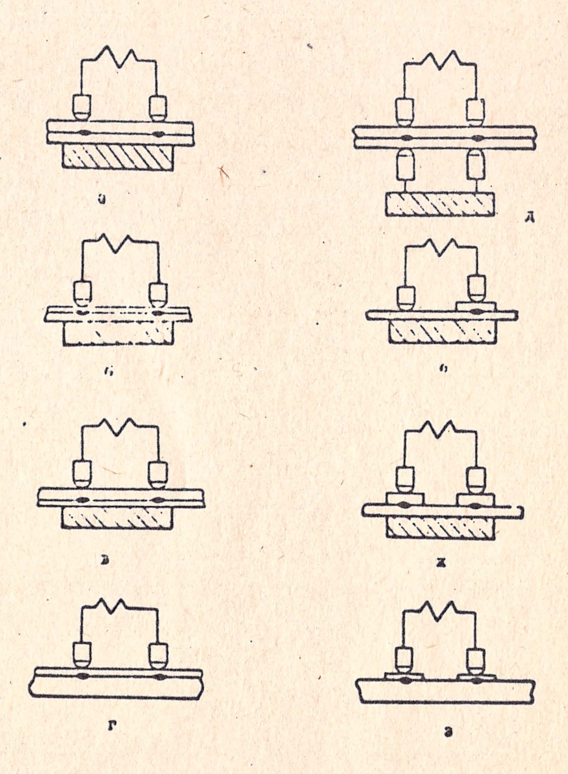
2. В отдельных случаях, как исключение, число деталей и отношение толщин может превышать указанные в табл.2. Для применения в конструкциях таких соединений необходимо специальное разрешение главного сварщика.

Таблица 3.

| Категория соединения | Предельно допустимые отношения толщин деталей при односторонней точечной сварке на токопроводящей подкладке | |
|---|---|---|
| | Электроды со стороны тонкой детали | Электроды со стороны толстой детали* |
| I | 2 : I | I,5 : I |
| П | 3 : I | 2 : I |
| Ш | 4 : I | 2 : I |

* Для титановых сплавов могут быть допущены бо́льшие отношения.

Различные варианты односторонней точечной и шовной сварки




а,б,в,д,е,ж – с токопроводящей подкладкой;
г,з – без подкладки

Черт.I

I.10. Применение односторонней сварки в конструкциях допускается только после выяснения в результате опытных работ, удовлетворяет ли качество сварных соединений требованиям, изложенным в разделе 7 настоящей инструкции.

I.II.Допускается выполнение точечной сварки по слою грунта, лака или клея / в соответствии с действующей документацией/. Шовная сварка в таких случаях не допускается.

I.I2.Наряду с точечной и шовной сваркой допускается выполнение в одном узле любых других видов сварки, а также клепки. Порядок их выполнения устанавливается главным сварщиком. Применение ударной клепки после точечной сварки не рекомендуется в связи с возможным образованием трещин в сварных соединениях.

## 2.ОБОРУДОВАНИЕ

2.I.Для точечной и шовной сварки применять машины,прошедшие аттестацию и контроль в соответствии с РТМ-II32"Аттестация и контроль параметров точечных и роликовых электросварочных машин",обеспечивающие необходимые величины и стабильность параметров режима сварки. Использование оборудования, не прошедшего аттестацию,запрещается.

2.2.Выбор сварочного оборудования производить путем сопоставления ориентировочных значений параметров режима сварки/табл.8-28/ и технологических характеристик машин/см.табл.4 и приложение I/.

Необходимо, чтобы технологические параметры оборудования перекрывали /на I0-20%/ рекомендуемые параметры режима сварки. Допускается использование сварочного оборудования, не указанного в табл.4 при условии выполнения требований настоящей инструкции к размерам и качеству сварных соединений.

2.3.Машины переменного тока должны быть укомплектованы аппаратурой управления со стабилизацией сварочного тока при колебаниях напряжения питающей сети.

При необходимости точечной сварки двумя импульсами тока рекомендуется применять прерыватели типа ПСЛТ-I200 или машины типа МТ-320I и МТ-2002.

2.4.Для сварки деталей малой толщины /0,3-0,6мм/ и неравной толщины /при толщине тонкой детали 0,3-0,6 мм/ рекомендуется при-

Таблица 4.

Технологические возможности машин, рекомендуемых для точечной и шовной сварки.

| Тип машин | Максимальное рабочее пространство, мм /вылет х раствор/ | Род тока | Диапозон регулирования сварочного усилия, даН | Рекомендуемая толщина свариваемых металлов, мм | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | сталь I2XI8H9T | титан ОТ4 | сплав ВЖ98 | сталь 30ХГСА | низкоутлеродистая сталь |
| I | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| МТ-8I0 | 3I5 х270 | П | 50-300 | 0,25-0,8 | 0,3-I,5 | - | 0,25-0,8 | 0,3-I,5 |
| МТ-I6I4 | 600 х300 | " | I20-630 | 0,3-I,5 | 0,5-2 | 0,3-0,5 | 0,5-I,5 | 0,8-2,5 |
| МТ-I6I8 | 500х220 | " | I50-630 | 0,3-I,5 | 0,5-2 | 0,3-0,5 | 0,5-I,5 | 0,8-2,5 |
| МТ-I223 | 500 х300 | " | I00-I600 | 0,3-2,5 | 0,3-2,5 | 0,5-2 | 0,3-2,5 | 0,3-2 |
| МТ-2002 | I200х300 | -"- | I30-2000 | 0,5-4 | 0,8-4 | 0,5-3 | 0,5-4 | 0,5-3 |
| МТ-320I | 500х300 | -"- | I30-I600 | 0,3-3 | 0,3-4 | 0,5-2 | 0,3-3 | 0,5-4 |
| МТВ-200I | I200х350 | В | I30-2000 | 0,5-4 | 0,8-4 | 0,3-3 | 0,5-4 | 0,5-3 |
| МТВ-4002 | 500 х300 | -"- | I30-I600 | 0,3-3 | 0,3-4 | 0,3-2 | 0,5-3 | 0,5-4 |
| МТВР-400I | I200х390 | -"- | I20-I250 | 0,3-2,5 | 0,3-4 | 0,3-2 | 0,3-2,5 | 0,3-3 |

Продолжение таблицы 4.

| Тип машины | Максимальное рабочее пространство, мм /вылет х раствор/ | Род тока | Диапазон регулирования сварочного усилия, даН | Рекомендуемая толщина свариваемых металлов, мм | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | сталь I2XI8H9T | титан ОТ4 | сплав ВЖ98 | сталь 30ХГСА | низкоуглеродистая сталь |
| МТВ-6304 | I500 х450 | -"- | I80-5000 | 0,5-4 | 0,5-4 | 0,3-4 | 0,5-4 | 0,5-5 |
| МТН-630I | 800х350 | Н | I00-2000 | 0,3-4 | 0,3-4 | 0,3-3 | 0,3-4 | 0,3-5 |
| МТК-500I | 500 х260 | К | I50хI750 | 0,3-I,2 | 0,3-I,5 | - | - | 0,5-I,5 |
| МШ-I60I | 400хI00 | П | I50х500 | 0,3-I,2 | 0,3-I,5 | - | 0,3-I | 0,5-I,5 |
| МШ-200I-I | 800хI05 | -"- | 250-800 | 0,5-I,5 | 0,5-2,5 | 0,5-0,8 | 0,5-I,5 | 0,5-I,8 |
| МШ-320I | 800хI05 | -"- | 300-I200 | 0,5-2 | 0,8-3 | 0,5-I | 0,5-2,5 | 0,5-2,5 |
| МШВ-I60I | I500х500 | В | 200-2500 | 0,3-3 | 0,3-3,5 | 0,3-3 | 0,3-2 | 0,5-2 |
| МШВ-4002 | 800 х50 | -"- | 200-I600 | 0,3-2,5 | 0,3-3 | 0,3-2,5 | 0,3-2,5 | 0,5-2,5 |
| МШВ-630I-2 | I200хI50 | -"- | 200х3000 | 0,3-3,5 | 0,3-4 | 0,3-3 | 0,3-3 | 0,3-3 |

Обозначения машин: П - машина переменного тока; В - машина постоянного тока
Н - низкочастотная машина; К - конденсаторная машина

ж/Полная техническая характеристика машин приведена в "Каталоге универсальных машин контактной сварки", I977г, НИАТ.

менять машины с непрерывной кривой тока: постоянного тока, низкочастотные, конденсаторные, а также однофазные с малоинерционными головками привода усилия (типа МТ-1223).

В целях улучшения стабильности процесса сварки жаропрочных сплавов рекомендуется применять машины постоянного тока /МТВ-4002, МШВ-1601/.

2.5. Во избежание заклинивания подвижных частей привода усилия не рекомендуется удлинять вылет сварочного контура машины путем увеличения расстояния между осью электродов и осью привода усилия, например, удлиняя цилиндрическую вставку верхней головки машин типа МТ, МТВ.

2.6. Для односторонней точечной или роликовой сварки рекомендуется применять головки типа ГСК и ГОТ, а также установки, оснащенные отдельными пистолетами и роликовыми головками /см. "Сварочное оборудование", каталог НИАТ, 1972г./.

2.7. Температура в помещении, где установлены сварочные машины, не должна быть ниже 15°С. Температура воды, охлаждающей игнитроны сварочной серии (ИЗ-70/0,8; ИЗ-140/0,8; ИЗ-350/0,8), должна быть на входе не ниже 10°С, на выходе-не выше 35°С, а для игнитронов выпрямительной серии /И1-200/1,5:, И2-50/1,5/-соответственно 20 и 40°С.

2.8. С целью повышения стабильности сварочного тока рекомендуется заменять игнитроны тиристорами ТВ-200, ТВ-320, ТВ-500, ТВ-800 /ГОСТ 14069-72/.

2.9. Обслуживание сварочных машин возлагается на наладчиков, которые должны быть аттестованы в соответствии с ПИ-94-65 "Аттестация наладчиков сварочных машин и аппаратуры управления контактной сварки" /НИАТ, 1965/.

## 3. ЭЛЕКТРОДЫ И РОЛИКИ

3.1. Для изготовления электродов и роликов применять электродные сплавы, указанные в ГОСТ 14111-77 /табл. 8/

3.2. При выборе типа прямых электродов для точечной сварки, конструкции электрододержателей, измерительного инструмента и приспособлений для электродного хозяйства и маркировки электродов рекомендуется руководствоваться ОСТ 1.51014-71-1.51022-71 "Инструмент к машинам для контактной точечной сварки" и ОСТ1.76089-71 - 1.76095-71.

3.3.Допускается применение как фигурных электрододержателей, так и электродов. Размеры сечений фигурных электродов выбираются в расчёте на отсутствие остаточных деформаций изгиба и необходимой жёсткости при заданном усилии сжатия. Форма, конструкция и размеры фигурных электродов должны быть согласованы с главным сварщиком. Желательно использовать фигурные электрододержатели, а не фигурные электроды.

3.4.Для точечной сварки разрешается применять электроды как со сферической, так и с плоской рабочей поверхностью: для роликовой-ролики как со сферической, так и с цилиндрической рабочей поверхностью. Выбор электродов и роликов производится согласно табл.5.

3.5.Применение электродов и роликов со сферической рабочей поверхностью предпочтительно во всех случаях и особенно при сварке титановых сплавов и деталей малой и неравной толщины /со стороны тонкой детали/, а также при сварке на клещах и пистолетах.

3.6.При сварке деталей неравной толщины со стороны тонкой детали допускается применение электродов с наконечниками из материалов с низкой теплоэлектропроводностью /молибден, вольфрам, металлокерамика /Cu-W и т.п./.

3.7.Токопроводящие подкладки для односторонней сварки изготовлять из сплавов, указанных в ГОСТ I4III-77 /табл.8/. Подкладки должны иметь внутреннее водяное охлаждение. Рекомендуется применять подкладки толщиной не менее 20 мм.

3.8.Чистота рабочей поверхности электродов /роликов/ и подкладок должна быть не ниже Rz 20 по ГОСТ 2.309-73. При образовании на рабочей поверхности подкладки вмятин глубиной более 20% толщины детали, устанавливаемой со стороны подкладки, рабочая поверхность должна быть подвергнута механической обработке.

3.9. В зависимости от толщины и марки металла формы свариваемого узла, а также требований, предъявляемых к поверхности, применяются следующие сочетания электродов и роликов:

-при сварке плоских деталей равной толщины следует применять электроды /ролики/ с одинаковыми рабочими поверхностями, в этом случае рекомендуется использовать ролики одинаковых диаметров;

Таблица 5

Рекомендуемые размеры прямых электродов и роликов, мм

| Толщина деталей | Размеры электродов | | | Размеры роликов | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | D | d | R | S | s | R |
| 0,3 | I2 | 3 | I5–25 | 6 | 3 | I5–25 |
| 0,5 | I2 | 4 | 25–50 | 8 | 4 | 25–50 |
| 0,8 | I2 | 5 | 50–75 | I0 | 5 | 50–75 |
| I | I2 | 5 | 75–I00 | I0 | 5 | 75–I00 |
| I,2 | I6 | 6 | 75–I00 | I2 | 6 | 75–I00 |
| I,5 | I6 | 7 | I00–I50 | I2 | 7 | I00–I50 |
| 2 | 20 | 8 | I00–I50 | I5 | 6 | I00–I50 |
| 2,5 | 20 | 9 | I50–200 | I8 | 9 | I50–200 |
| 3 | 25 | I0 | I50–200 | 20 | I0 | I50–200 |
| 3,5 | 25 | II | 200–250 | 22 | II | 200–250 |
| 4 | 25 | I2 | 200–250 | 24 | II | 200–250 |

Примечание.

Приведены минимальные рекомендуемые размеры $D$ и $S$.

-при сварке деталей неравной толщины размеры электродов /роликов/ устанавливают по табл.5 соответственно толщине каждой из деталей. В случае сварки деталей с отношением толщин более 3:I со стороны тонкой детали рекомендуется устанавливать электрод с меньшими /на 25-35%/ размерами рабочей поверхности, чем указано в табл.5.

-при сварке деталей из разноименных металлов электроды /ролики/, устанавливаемые со стороны металла с большей теплоэлектропроводностью, должны иметь меньший радиус заточки рабочей поверхности;

-при шовной сварке кольцевых швов /обечайки/ роликами с одинаковым радиусом заточки рабочей поверхности внутренний ролик должен быть меньшего диаметра; при одинаковом диаметре роликов внутренний должен иметь рабочую поверхность меньшего радиуса заточки.При этом рекомендуется, чтобы диаметр внутреннего ролика был не более половины диаметра обечайки.

3.I0.Электроды и ролики должны устанавливаться в сварочной машине без смещения и перекосов одного электрода /ролика/ относительно другого и обеспечивать надёжный электрический контакт в посадочных местах. Чистота контактных поверхностей должна быть не ниже I,25 по ГОСТ 2.309-73.Применение прокладок в посадочных местах не допускается, а переходников-не рекомендуется. В процессе эксплуатации необходимо контролировать посадочные части электродов и электрододержателей специальными конусными калибрами.

При износе следует обработать гнездо электрододержателя конусной разверткой.

3.II.Рабочие поверхности электродов и роликов зачищают шлифовальной шкуркой на ткани, обернутой вокруг резиновой или твердой пластины толщиной I0-I5мм. Зернистость шкурки выбирают в зависимости от толщины свариваемых деталей и требований к поверхности сварных соединений. Рекомендуется применять шкурку с зернистостью №I0-I6 ГОСТ I3344-74. При изменении формы рабочей поверхности электрода или ролика следует исправлять её заточкой на токарном станке или в специальных приспособлениях.

Форму рабочей поверхности периодически проверять специальным шаблоном. При изменении размеров рабочей поверхности свыше 20% от

номинальных, сварку необходимо прекратить и восстановить рабочую поверхность или сменить электроды.

Примечание.

Допускается восстановление формы рабочей поверхности электродов напильником с последующей зачисткой шкуркой на резиновой пластине. После этого необходимо поставить 3-5 точек для контроля размеров литого ядра /зоны / на технологическом образце.

3.12. Если контроль формы рабочей поверхности электродов /роликов/ по шаблонам затруднен /из-за малой базы измеряемой поверхности/, критерием правильной формы её являются нормальные размеры сварных точек и роликовых швов на технологических образцах.

3.13. Смену электродов производить только с помощью съемников или другого инструмента, не повреждающего рабочую и посадочную поверхности электродов. Расшатывание электродов при смене ударами молотка запрещается.

3.14. В процессе сварки электроды и ролики должны интенсивно охлаждаться; допускается применение внутреннего или наружного охлаждения и их комбинация. Наружное охлаждение при сварке закаливающихся сталей не допускается.

3.15. Электроды /ролики/ хранить в специальной таре, исключающей возможность повреждения рабочих и контактных поверхностей.

3.16. Снабжение электродами /роликами/ должно быть централизованным и осуществляться через инструментальный склад или цеховую инструментальную кладовую.

## 4. ПОДГОТОВКА ПОВЕРХНОСТИ К СВАРКЕ

4.1. Предназначенные для сварки детали должны быть очищены от жира, краски, масел, окислов и других загрязнений. Удаление жира, масел, краски производить растворителями по рекомендации ВИАМ.

4.2. При подготовке поверхности деталей под сварку допускаются любые виды механической зачистки и химического травления; предпочтительны те, которые обеспечивают надлежащее качество обрабатываемой поверхности /см.п.4.7/.

4.3. После удаления жира, масел, краски очистку поверхности деталей от окислов и других оставшихся загрязнений рекомендуется производить травлением в растворах, составы которых приведены в табл.6.

Таблица 6.

Рекомендуемые химические способы подготовки поверхности.

| Материал | Состав раствора на литр воды и его температура | Примечание |
|---|---|---|
| | Обезжиривание | |
| Низколегированные стали /холоднокатаные/ | Тринатрийфосфат технический $Na_3PO_4$ - 50г<br>Кальцинированная сода $Na_2CO_3$ -25г<br>Едкий натрий $NaOH$ -40г<br>Температура 60-70°С | После обезжиривания детали промывают в горячей воде /70-80°С/, затем в проточной холодной воде |
| | Травление | |
| | Серная кислота $H_2SO_4$-IIОмл<br>Хлористый натрий $NaCl$-IОг<br>Присадка $KCl$-Iг<br>Температура 60-60°С | После травления необходима нейтрализация в водном растворе едкого натра или калия 50-70 Г/л при температуре 20-25 С. |
| | Травление | |
| Нержавеющие и жаропрочные стали и сплавы, низколегированные стали /с окалиной/ | Серная кислота $H_2SO_4$-85мл<br>Соляная кислота $HCl$ -215мл<br>Азотная кислота $HNO_3$-IОмл<br>Температура 50-70 С | После травления необходима промывка в 10% растворе соды /60-70 С/ и в проточной холодной воде. |
| | Травление | |
| Титановые сплавы с окалиной | Соляная кислота $HCl$-350мл<br>Азотная кислота $HNO_3$-60мл<br>Фтористый натрий $NaF$-50г<br>Температура 40-50С | После травления промывка в воде при температуре 40-50°С. |

Примечания:

I. Составы указаны для кислот: $H_2SO_4$ -уд.вес I,84; $HCl$ -уд.вес I,I9; $HNO_3$ -уд.вес I,42.

2. Время обработки определяется опытным путем исходя из степени допустимого утонения деталей.

Длительность травления определяют в каждом отдельном случае в зависимости от исходного состояния поверхности. После травления детали промывают в воде и сушат.

Примечание.

Детали, поверхность которых после обезжиривания удовлетворяет требованиям п. 4.7 настоящей инструкции, подвергать травлению необязательно.

4.4.Механическую зачистку поверхности свариваемых деталей рекомендуется производить абразивными кругами на резиновой основе, войлочными кругами с абразивом, а также щеткой из нержавеющей или углеродистой проволоки. В отдельных случаях зачистку можно производить шлифовальной шкуркой.

Примечания:

I.При роликовой сварке двумя швами с перекрытием перед наложением второго шва рекомендуется производить механическую зачистку поверхности в месте сварки методами, указанными выше.

2.Допускается зачистка поверхности деталей, толщина которых более 0,8 мм опескоструиванием /металлическим,корундовым или силикатным песком/.

4.5.Детали в процессе подготовки под сварку должны быть зачищены в местах сварки на ширину, соответствующую размеру нахлёстки /табл.I/.

4.6.После механической очистки деталей остатки песка,окислов металла и т.п. в виде пыли должны быть удалены промывкой растворителями /см.п.4.I/, либо обдувкой сухим воздухом.

4.7.Состояние поверхности деталей после их подготовки к сварке определяется внешним осмотром. Поверхность в местах сварки должна иметь металлический блеск или равномерный матовый оттенок.

4.8.К сварке допускаются детали, которые после механической обработки или травления были подвергнуты пассивации. Режим пассивации и срок от нее до сварки могут влиять на режим сварки и качество соединений.Режим пассивации и предельные сроки пролеживания деталей должны быть установлены соответствующими службами опытным путем в каждом конкретном случае.

4.9.Подготовленные под сварку узлы и детали в процессе хранения, сборки и сварки должны быть защищены от пыли, жира,масел и других загрязнений. Срок хранения деталей до сварки устанавливает главный сварщик.

## 5. СБОРКА И ПРИХВАТКА ДЕТАЛЕЙ

5.I. При сборке и прихватке деталей последовательность операций должна быть следующей:

- предварительная сборка;
- подготовка поверхности;
- окончательная сборка;
- прихватка

Примечание.

Предварительная сборка не обязательна, если детали взаимозаменяемы.

5.2. Перед окончательной сборкой необходимо проверить чистоту поверхности деталей в местах сварки. Обнаруженные загрязнения должны быть удалены. В процессе сборки нельзя допускать попадания загрязнений под нахлёстку.

5.3. При сборке деталей можно использовать съемные болты, фиксаторы, заклёпки, струбцины и другие приспособления /в зависимости от сложности изделия/. Сборочные приспособления, находящиеся в процессе сварки в контуре сварочной машины, рекомендуется изготовлять из немагнитных материалов.

5.4. При сборке не разрешается грубая подгонка деталей, способствующая образованию хлопунов и больших зазоров. Величины допустимых зазоров для деталей различной толщины приведены в табл.7.

Таблица 7.

Максимально допустимые зазоры при сборке и после прихватки

| Толщина тонкой детали $\delta$, мм | Зазоры на длине, мм | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | при точечной сварке | | | при роликовой сварке | | |
| | 100 | 200 | 300 | 25 | 50 | 100 |
| $0,3 \le \delta < I$ | 0,5 | I | I,5 | 0,I | 0,2 | 0,3 |
| $I \le \delta \le I,5$ | 0,4 | 0,8 | I,2 | | | |
| $I,5 < \delta \le 2,5$ | 0,3 | 0,6 | 0,9 | 0,075 | 0,I5 | 0,3 |
| $\delta > 2,5$ | 0,2 | 0,4 | 0,6 | | | |

5.5. В процессе окончательной сборки производится разметка мест прихватки и сварки, например, твердым графитовым карандашом. При точечной сварке места постановки прихваточных точек должны совпадать с местами постановки сварных точек. При роликовой сварке прихваточные точки должны располагаться по осевой линии шва. После разрешения главного сварщика и согласования с конструктором узла допускается постановка прихваточных точек, не совпадающих с основными точками, или в стороне от оси шва /если позволяют размеры нахлёстки/.

5.6. Собранный узел поступает на прихватку после контроля качества сборки и состояния поверхности.

Примечание: Если свариваемые детали надёжно закреплены при сборке в приспособлении, то прихватка необязательна.

5.7. Прихватку деталей, свариваемых точечной сваркой, производить на режимах, установленных для сварки. Размеры сварных точек при прихватке и сварке должны быть равны.

Примечание:

С разрешения главного сварщика допускается производить прихватку на пониженных режимах, не совпадающую с основными точками /по диаметру литого ядра и шагу шва/.

5.8. Прихватка деталей, свариваемых на шовных машинах, может производиться как на точечной, так и на шовной машинах. Прихватка производится на режимах точечной сварки для данных металлов при снижении величины сварочного тока на 10-15%. Вмятины от прихваточных точек не должны превышать 15% толщины свариваемого металла.

Примечание:

Длина прихватки на шовной машине должна быть не больше двойной ширины литой зоны.

5.9. Если прихватка деталей на точечных или шовных машинах затруднена или невозможна /при сборке в стапеле/, то после разрешения главного сварщика и согласования с конструктором узла допускается производить прихватку АрДЭС по кромке нахлёстки.

5.10. При постановке прихваточных точек не допускать образование хлопунов, особенно на участке шва с малым расстоянием между прихваточными точками. Расположение прихваточных точек, шаг и последовательность постановки их указываются в картах технологического процесса.

5.II.Если после прихватки зазоры на кольцевых швах обечаек превышают допустимые /табл.7/ более чем на 20%, то с разрешения главного сварщика /главного металлурга или главного технолога/ производится правка соединяемых деталей. Способ правки устанавливается по согласованию с главным сварщиком.

5.I2.Во время прихватки собранное изделие должно находиться в положении, указанном на эскизе в технологической карте. Искажение формы изделия /провисание, скручивание и т.п./ не допускается.

5.I3.Перед сваркой должно быть проверено качество прихватки. Проверяются размеры узла, качество прихваточных точек, величина зазора между деталями /см.табл.8/.

## 6.СВАРКА

6.I. Точечную и роликовую сварку изделий разрешается производить сварщикам, прошедшим соответствующую аттестацию, согласно инструкции ПИ I.4.I25-76 "Аттестация сварщиков по контактной точечной и шовной сварке".

6.2.Перед началом сварки наладчик или сварщик должен проверить готовность машины к работе. Машина считается подготовленной к работе ,если:

-электроды или ролики установлены без перекосов и смещений;

-электроды или ролики опускаются плавно, не ударяясь о свариваемые детали;

-вода проходит через всю охлаждающую систему машины и шкафов аппаратуры управления;

-напряжение сети находится в пределах,обеспечивающих стабилизацию тока;

-сварочный ток включается только после того, как свариваемые детали сжаты электродами с заданным усилием;

-сжатие свариваемых деталей электродами прекращается после выключения сварочного тока;

-величина рабочего хода машины обеспечивает беспрепятственное перемещение свариваемого узла в процессе сварки;

-обеспечивается нормальный цикл сварки, машина работает устойчиво, то есть сварные точки или шов имеют стабильные размеры.

6.3. При выборе режимов точечной и шовной сварки следует пользоваться табл. 8-23. Циклограммы рекомендуемых режимов сварки приведены в приложении I. Размеры рабочих поверхностей электродов и роликов, если не оговорены особо, устанавливаются по табл. 5.

Режимы, приведенные в настоящей инструкции, даны для сварки на плоскости или цилиндрической поверхности $R \geq 250$ мм /при точечной сварке/ и $R \geq 500$ мм /при шовной сварке/ при отношении толщин деталей до 2:I. Если сварка выполняется на цилиндрической поверхности радиуса, меньшего, чем указано, то режимы соответствующим образом корректируются. При прихватке и сварке на машинах /клещах/ и пистолетах рекомендуется применять режимы с бóльшей длительностью и снижением тока /мягкие режимы/; рекомендуется нарастание тока $t_H$ = /0,02-0,04/$\delta$, с , где $\delta$ - толщина тонкой детали в соединении.

6.4. При сварке упрочненных /нагартованных /сплавов параметры, приведенные в таблицах ориентировочных режимов, следует изменить, увеличивая на 20-40% усилие сжатия электродов. Величина сварочного тока при этом корректируется до получения литого ядра сварной точки или шва необходимых размеров.

6.5. При сварке двух деталей неравной толщины параметры режима устанавливать по детали меньшей толщины и соответствующим образом корректировать.

Примечания.

I. Корректировка режима сварки на однофазных машинах не обязательна, если при сварке двух деталей -из нержавеющей стали или титанового сплава -толщина одной из них/равная или большая другой/ увеличивается не более чем на 20%.

2. Если при сварке трех или более деталей тонкие детали находятся в середине соединения, то ориентировочный режим сварки выбирается по условной толщине $\delta_y = \frac{\delta_1 + \delta_2 + \dots + \delta_n}{2}$, где $\delta_1, \delta_2, \delta_n$ -толщина каждой из деталей, мм с некоторым снижением /на I0-I5%/ сварочного тока.

Таблица 8.

Ориентировочные режимы точечной сварки низкоуглеродистых сталей типа 08КП, 10,20.

| Толщина тонкой детали, мм | Сварка Ток $I_{св}$, кА | Длительность тока $t_{св}$, с | Длительность паузы $t_п$, с | Термообработка Ток $I_{дсп.д}$, кА | Длительность тока $t_{дсп}$, с | Усилие электродов $F_{св}$, даН |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0,5 | 6–7 | 0,08–0,1 | 0,2–0,3 | 3,5–4 | 0,3–0,4 | 120–180 |
| 0,8 | 7–8,5 | 0,1–0,14 | 0,3–0,36 | 4–5 | 0,4–0,5 | 200–250 |
| 1 | 8,5–9,5 | 0,12–0,16 | 0,36–0,44 | 5–6 | 0,5–0,6 | 250–300 |
| 1,2 | 9,5–10,5 | 0,12–0,2 | 0,4–0,5 | 6–7 | 0,5–0,6 | 300–400 |
| 1,5 | 11–12 | 0,16–0,24 | 0,42–0,56 | 7–8 | 0,56–0,66 | 400–500 |
| 2 | 12–13 | 0,2–0,32 | 0,46–0,6 | 8–9 | 0,62–0,74 | 600–700 |
| 3 | 14–15 | 0,3–0,48 | 0,54–0,7 | 8,5–10 | 0,7–0,8 | 900–1000 |
| 3,5 | 16–17 | 0,5–0,6 | 0,6–0,8 | 10–11,5 | 0,8–0,9 | 1100–1200 |
| 4 | 18–19 | 0,7–0,9 | 0,7–0,9 | 12–14 | 0,9–1,1 | 1300–1500 |

ПРИМЕЧАНИЯ:

1. Сварка стали 08КП выполняется без термообработки
2. Для сталей 10 и 20 допускается сварка током увеличенной длительности /в 1,5–2 раза/ без термообработки.

Таблица 9.

Ориентировочные режимы шовной сварки низкоуглеродистых сталей типа 08КП, 10,20.

| Толщина тонкой детали, мм | Ток $I_{cb.д}$, кА | Длительность тока $t_{cb}$, с | Длительность паузы $t_п$, с | Усилие роликов $F_{cb}$ даН | Скорость сварки, м/мин |
|---|---|---|---|---|---|
| 0,5 | 7–8 | 0,02–0,04 | 0,04–0,06 | 150–200 | 1–1,2 |
| 0,8 | 8,5–10 | 0,04–0,06 | 0,04–0,08 | 200–300 | 0,9–1 |
| 1 | 10,5–12 | 0,06–0,08 | 0,08–0,1 | 300–400 | 0,8–0,9 |
| 1,2 | 12–13 | 0,08–0,1 | 0,1–0,2 | 400–500 | 0,7–0,8 |
| 1,5 | 13–14,5 | 0,12–0,14 | 0,12–0,18 | 500–600 | 0,6–0,7 |
| 2 | 15,5–17 | 0,16–0,18 | 0,18–0,28 | 700–800 | 0,5–0,6 |
| 3 | 18–20 | 0,24–0,32 | 0,28–0,36 | 900–1000 | 0,4–0,5 |

Таблица 10.

Ориентировочные режимы точечной сварки сталей типа 30ХГСА, 12Г2А, 40ХНМА, 12Х2НВФА, ст.45, 23ХСНВФА

| Толщина тонкой детали, мм | Сварка | | Длительность паузы $t_п$, с | Термическая обработка | | Усилие электродов $F_{cb}$, даН |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | ток $I_{cb.д}$, Ка | длительность тока $t_{cb}$, с | | ток $I_{доп.д}$ кА | длительность тока $t_{доп}$, с | |
| 0,5 | 5–6 | 0,32–0,4 | 0,3–0,5 | 4–5 | 0,5–0,6 | 200–300 |
| 0,8 | 5,5–6,2 | 0,36–0,44 | 0,4–0,6 | 4,5–5,2 | 0,6–0,74 | 250–350 |
| 1 | 6,2–6,7 | 0,42–0,5 | 0,6–0,7 | 4,8–5,5 | 0,68–0,78 | 400–500 |
| 1,2 | 7,2–7,7 | 0,46–0,54 | 0,7–0,9 | 5–6 | 0,72–0,86 | 500–600 |
| 1,5 | 8,7–9,2 | 0,56–0,64 | 0,8–1,1 | 6,2–7,4 | 0,86–0,96 | 600–800 |
| 2 | 10–11 | 0,74–0,84 | 1–1,4 | 7–8 | 1,1–1,3 | 800–1000 |
| 2,5 | 11,5–12,5 | 1–1,1 | 1,1–1,5 | 8–9 | 1,3–1,9 | 1000–1200 |
| 3 | 13–14 | 1,2–1,4 | 1,3–1,6 | 9–10 | 1,8–2,2 | 1100–1400 |
| 4 | 16,5–18 | 1,5–1,8 | 1,6–2 | 11–13 | 2,3–2,6 | 1500–1700 |

ПРИМЕЧАНИЯ.

1.При сварке закаленных сталей рекомендуется плавное нарастание тока или подогрев дополнительным включением тока перед включением тока сварки. Усилие электродов следует увеличить на 15–20%, а длительность тока сварки на 30–40%.

2.Если узел подвергается после сварки общей термообработке, то в процессе сварки её можно не производить.

3.Для улучшения прочностных пластических свойств сварных соединений рекомендуется применение ковочного усилия $F_{ков} = /2–2,5\ /F_{cb}$, прикладываемого во время паузы при $t_{ков} = /1–1,2/t_{cb}$, а также установка времени от выключения тока до снятия усилия не более 25% от $t$ доп.

Таблица II.

Ориентировочные режимы шовной сварки сталей типа 30ХГСА, I2Г2А, 40ХНМА, 25ХСНВФА, 23Х2НВФА

| Толщина тонкой детали, мм | Ток, $I_{св д}$, кА | Длительность тока $t_{св}$, с | Длительность паузы $t_п$, с | Усилие электродов $F_{св}$, даН | Скорость сварки, м/мин |
|---|---|---|---|---|---|
| 0,5 | 7–8 | 0,I–0,I2 | 0,I2–0,I6 | 300–350 | 0,8–0,9 |
| 0,8 | 7,5–8,5 | 0,I2–0,I4 | 0,I4–0,2 | 350–400 | 0,7–0,8 |
| I | 9,5–I0,5 | 0,I4–0,I6 | 0,I8–0,24 | 500–600 | 0,6–0,7 |
| I,2 | I2–I3,5 | 0,I6–0,I8 | 0,22–0,3 | 550–650 | 0,5–0,6 |
| I,5 | I4–I6 | 0,I8–0,2 | 0,26–0,32 | 800–900 | 0,5–0,6 |
| 2 | I7–I9 | 0,2–0,22 | 0,3–0,36 | I000–II50 | 0,5–0,6 |
| 2,5 | 20–2I | 0,24–0,26 | 0,32–0,4 | I200–I400 | 0,4–0,5 |
| 3 | 22–23 | 0,3–0,32 | 0,36–0,44 | I400–I600 | 0,3–0,4 |

Таблица I2.

Ориентировочные режимы точечной сварки сталей и сплавов типа I2ХI8Н9Т, I2ХI8НI0Т, 08ХI8НI2Б, I2Х2IН5Т, 0Х23Н28М2Т, I0ХI7НI3М2Т, 0ХI7Н5Г9БА, ХН78Т, I2ХI7Г9АН4

| Толщина тонкой детали, мм | Ток, $I_{св д}$ кА | Длительность тока $t_{св}$, с | Усилие электродов $F_{св}$, даН |
|---|---|---|---|
| 0,3 | 5–5,5 | 0,06–0,08 | I50–200 |
| 0,5 | 4,5–5 | 0,08–0,I2 | 250–300 |
| 0,8 | 4,5–5 | 0,I2–0,I6 | 300–400 |
| I | 5–5,7 | 0,I4–0,I8 | 350–500 |
| I,2 | 6–7 | 0,I6–0,2 | 450–600 |
| I,5 | 7–8 | 0,2–0,24 | 500–700 |
| 2 | 8–9 | 0,24–0,3 | 800–950 |
| 2,5 | 8,5–9,5 | 0,3–0,34 | I000–II00 |
| 3 | I0–II | 0,34–0,38 | I200–I400 |
| 4 | II–I2 | 0,4–0,5 | I300–I500 |

Таблица I3.

Ориентировочные режимы точечной сварки сталей типа XI5H5Д2T, X20H6MД2T, I3XI5H4A, 08XI7H5M3, I5XI8HI2C4TЮ

| Толщина тонкой детали, мм | Ток $I_{св.д}$, кА | Длительность тока $t_{св}$, с | Усилие электродов $F_{св}$, даН |
|---|---|---|---|
| 0,4 | 5–5,5 | 0,08–0,I | 350–400 |
| 0,6 | 4,5–5 | 0,I2–0,I4 | 400–500 |
| 0,8 | 4,8–5,3 | 0,I4–0,I8 | 450–550 |
| I | 5–5,5 | 0,I6–0,2 | 600–700 |
| I,2 | 5,6–6 | 0,2–0,22 | 700–800 |
| I,5 | 7–7,5 | 0,24–0,28 | 850–I000 |
| 2 | 7,5–8,5 | 0,3–0,34 | II00–I200 |
| 2,5 | 9,3–I0 | 0,36–0,4 | I300–I400 |
| 3 | I0,5–II,5 | 0,4–0,46 | I500–I600 |
| 4 | II–I3 | 0,5–0,7 | I600–I800 |

Таблица I4.

Ориентировочные режимы точечной сварки сталей типа I2XI7, 20XI3, 30XI3, I4XI7H2, I3XI4H3B2ФР, IIXIIH2B2MФ, 20XI3H4Г9

| Толщина тонкой детали, мм | Сварка | | Длительность паузы $t_п$, с | Термическая обработка | | Усилие электродов $F_{св}$, даН |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | ток $I_{св.д}$, кА | длительность тока $t_{св}$, с | | ток $I_{дсп.д}$, кА | длительность тока $t_{дсп}$, с | |
| 0,3 | 5-5,5 | 0,I-0,I2 | 0,I2-0,I6 | 3,5-4 | 0,I2-0,I4 | I50-200 |
| 0,5 | 4,5-5 | 0,I2-0,I6 | 0,I6-0,2 | 3,5-4 | 0,I4-0,I8 | 250-300 |
| 0,8 | 4,5-5 | 0,I6-0,2 | 0,2-0,24 | 3,5-4 | 0,2-0,26 | 300-400 |
| I | 5-5,5 | 0,2-0,26 | 0,24-0,3 | 3,7-4,2 | 0,24-0,3 | 350-450 |
| I,2 | 5,5-6 | 0,26-0,3 | 0,3-0,36 | 4-4,4 | 0,3-0,38 | 450-550 |
| I,5 | 6-6,5 | 0,3-0,38 | 0,34-0,42 | 4,2-4,5 | 0,36-0,44 | 500-650 |
| 2 | 7-8 | 0,38-0,44 | 0,4-0,5 | 4,8-5,5 | 0,46-0,56 | 800-900 |
| 2,5 | 8-9 | 0,44-0,5 | 0,5-0,58 | 5,6-6,2 | 0,6-0,7 | I000-II00 |
| 3 | 9,5-I0,5 | 0,5-0,58 | 0,54-0,66 | 6,5-7,3 | 0,7-0,8 | I200-I400 |

Таблица I5.

Ориентировочные режимы шовной сварки сталей и сплавов типа I2XI8H9T, 08XI8HI2Б, XH78T, I5XI8HI2C4TЮ, 09XI5H8Ю, XI5H5Д2T, X20H6MД2T, I3XI5H4A, I2X2IH5T, 20XI3H4Г9, I4XI7H2, I0XI7HI3M2T, 0XI7H5Г9БA, I2XI7Г9AH4, 08XI7H5M3

| Толщина тонкой детали, мм | Ток $I_{св}$, кА | Длительность тока $t_{св}$, с | Длительность паузы $t_п$, с | Усилие электродов, $F_{св}$ даН | Скорость сварки, м/мин |
|---|---|---|---|---|---|
| 0,3 | 4,5–7 | 0,02–0,04 | 0,04–0,06 | 200–250 | 0,8–I,4 |
| 0,5 | 5–7 | 0,02–0,06 | 0,06–0,08 | 300–350 | 0,6–I,3 |
| 0,8 | 7–9 | 0,02–0,08 | 0,08–0,I2 | 400–500 | 0,5–I |
| I | 9–II | 0,06–0,I | 0,I2–0,I6 | 500–650 | 0,5–0,8 |
| I,2 | I0–I2 | 0,06–0,I2 | 0,I4–0,I8 | 600–700 | 0,5–0,8 |
| I,5 | II,5–I3 | 0,08–0,I4 | 0,I6–0,2 | 700–900 | 0,4–0,7 |
| 2 | I2–I6 | 0,I2–0,I6 | 0,24–0,32 | I000–I300 | 0,3–0,6 |
| 2,5 | I3–I7 | 0,I6–0,2 | 0,32–0,4 | II00–I400 | 0,3–0,5 |
| 3 | I4–I8 | 0,2–0,3 | 0,6–0,7 | I300–I600 | 0,2–0,4 |

Таблица I6.

Ориентировочные режимы точечной сварки сплавов типа XH75MБTЮ, XH70Ю, X2IH28B5M, 3БAP, XI5H30BMT, I2X25HI6Г7AP, XH38BT

| Толщина тонкой детали, мм | Ток $I_{св}$, кА | Длительность $t_{св}$, с | Усилие электродов $F_{св}$, кгс. |
|---|---|---|---|
| 0,3 | 4–5 | 0,I6–0,2 | 300–350 |
| 0,5 | 4,5–5,5 | 0,22–0,26 | 400–500 |
| 0,8 | 5–6 | 0,28–0,32 | 550–650 |
| I | 6–6,5 | 0,34–0,38 | 700–800 |
| I,2 | 6,2–6,8 | 0,4–0,46 | 800–950 |
| I,5 | 6,5–7 | 0,48–0,56 | 850–II00 |
| 2 | 7–7,5 | 0,6–0,78 | II50–I300 |
| 2,5 | 7,5–8,2 | 0,8–0,9 | I400–I600 |
| 3 | 8–8,8 | 0,84–I,2 | I700–I900 |
| 4 | I0–I2 | I,2–I,4 | I900–2200 |

Таблица I7.

Ориентировочные режимы шовной сварки сплавов типа I4XI7H2, IIXIIH2B2MФ, IOXIIH20T2P, XH77TЮP, XH60BT, XH70Ю, I3XI4H3B2ФP, XH75MБTЮ, X2IH28B5M3БAP, XH56BMTЮ, XI5H30BMT, I2X25HI6Г7AP, XH38BT, XH70BMTЮФ, I2XI7, 20XI3, 30XI3, XH50MBKTЮP

| Толщина тонкой детали, мм | Ток $I_{св}$, кА | Длительность тока $t_{св}$, с | Длительность паузы $t_п$, с | Усилие электродов $F_{св}$, даН | Скорость сварки, м/мин |
|---|---|---|---|---|---|
| 0,5 | 4,5–7 | 0,08–0,I2 | 0,08–0,I4 | 500–850 | 0,5–0,6 |
| 0,8 | 6–8,5 | 0,I–0,I6 | 0,I6–0,22 | 600–I000 | 0,3–0,45 |
| I | 6,5–9,5 | 0,I4–0,I8 | 0,24–0,28 | 700–II00 | 0,3–0,45 |
| I,2 | 7–I0 | 0,I6–0,2 | 0,28–0,32 | 800–I200 | 0,3–0,4 |
| I,5 | 8–II,5 | 0,2–0,26 | 0,38–0,5 | 800–I300 | 0,25–0,4 |
| 2 | 9,5–I3,5 | 0,24–0,32 | 0,48–0,6 | I000–I400 | 0,2–0,35 |
| 2,5 | II–I5 | 0,3–0,38 | 0,56–0,68 | II00–I600 | 0,I5–0,3 |
| 3 | I2–I6 | 0,36–0,46 | 0,6–0,78 | I200–I700 | 0,I5–0,25 |

Таблица I8.

Ориентировочные режимы точечной сварки сплавов типа IOXIIH20T2P, XH70BMTЮФ, XH77TЮP, XH60BT, XH50MBKTЮP, XH56BMTЮ, X35H50BM

| Толщина тонкой детали, мм | Сварка | | Пауза $t_п$, с | Подогрев | | Усилие электродов $F_{св}$ даН | Ковочное усилие $F_к$, даН | Начало ковочного усилия $t_к$, с |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ток $I_{св.д}$, кА | длительность тока $t_{св}$, с | | ток кА $I_{доп.д}$ | длительность тока $t_{доп}$, с | | | |
| 0,5 | 4,5–5,5 | 0,I8–0,24 | – | – | – | 500–600 | – | – |
| 0,8 | 5–6 | 0,22–0,34 | – | – | – | 650–800 | – | – |
| I | 6–6,5 | 0,32–0,4 | – | – | – | 800–I000 | – | – |
| I,2 | 6,2–6,8 | 0,38–0,48 | – | – | – | I000–I200 | – | – |
| I,5 | 6,5–7 | 0,44–0,62 | – | – | – | I250–I500 | – | – |
| 2 | 7–7,5 | 0,58–0,76 | – | – | – | I550–I750 | – | – |
| 2,5 | 7,5–8,2 | 0,78–0,96 | – | – | – | I850–I950 | – | – |
| 3 | 8–8,8 | I–I,3 | – | – | – | 2000–2I50 | – | – |
| I,5 | 6,5–7 | 0,44–0,6 | 0,I6–0,3 | 5–6 | 0,4–0,5 | I200–I300 | – | – |
| 2 | 7–7,5 | 0,58–0,76 | 0,24–0,4 | 5,5–7 | 0,5–0,66 | I400–I500 | – | – |
| 2,5 | 7,5–8,2 | 0,78–0,96 | 0,3–0,46 | 6–7,6 | 0,54–0,76 | I500–I600 | – | – |
| 3 | 8–8,8 | I–I,3 | 0,34–0,52 | 6,5–8 | 0,6–0,8 | I600–I700 | – | – |
| I,5 | 6,2–6,8 | 0,7–0,8 | 0,06–0,I | 4,2–4,6 | 0,6–0,8 | II00–I250 | I900–2000 | 0,86–I |
| 2 | 6,6–7,2 | 0,8–0,9 | 0,I–0,I2 | 4,4–4,9 | I–I,2 | I300–I500 | 2000–2200 | I–I,I |
| 2,5 | 7,2–8 | I,I–I,2 | 0,I2–0,I6 | 4,9–5,5 | I,2–I,4 | I400–I500 | 2400–2800 | I,4–I,52 |
| 3 | 7,8–8,6 | I,24–I,42 | 0,I6–0,24 | 5,3–6 | I,5–I,7 | I600–I800 | 3000–3200 | I,4–I,6 |

ПРИМЕЧАНИЕ. I. Отсчёт $t_к$ ведется от включения сварочного тока. 2. Сварку деталей толщиной более I,5 мм рекомендуется выполнять при плавном нарастании тока или с предварительным включением тока /для получения литого ядра малых размеров/ при $t_{доп}$=0,6$t_{св}$; $I_{доп.д}$=/0,8–0,9 /$I_{св.д}$; $t_п$=0,I4–0,2с.

Таблица I9.

Ориентировочные режимы точечной сварки титановых сплавов /ОТ4,ОТ4-I,ВТ5,ВТI4,ВТI5,ВТ20/.

| Толщина тонкой детали, мм | Ток, $I_{св.д}$, кА | Длительность $t_{св}$, с | Усилие электродов $F_{св}$, даН |
|---|---|---|---|
| 0,3 | 4,5-5 | 0,04-0,08 | 75-I00 |
| 0,5 | 4-5 | 0,08-0,I | I00-I50 |
| 0,8 | 4,5-5 | 0,I2-0,I4 | I50-200 |
| I | 5-5,5 | 0,I4-0,I6 | 200-250 |
| I,2 | 5,5-6 | 0,I6-0,I8 | 250-300 |
| I,5 | 6,5-7,5 | 0,I8-0,22 | 300-350 |
| 2 | 8-9 | 0,24-0,26 | 400-550 |
| 2,5 | 8,5-9,5 | 0,28-0,3 | 600-750 |
| 3 | I0-II | 0,32-0,34 | 800-I000 |

Таблица 20

Ориентировочные режимы шовной сварки титановых сплавов

| Толщина тонкой детали, мм | Ток кА $I_{св.д}$, | Длительность тока $t_{св}$, с | Длительность паузы $t_п$, с | Усилие электродов $F_{св}$, даН | Скорость сварки, м/мин |
|---|---|---|---|---|---|
| 0,3 | 5-5,5 | 0,08-0,I2 | 0,I2-0,I4 | I00-I50 | I-I,2 |
| 0,5 | 5-6 | 0,I-0,I2 | 0,I4-0,I8 | 200-250 | 0,9-I |
| 0,8 | 5-6 | 0,I2-0,I4 | 0,I4-0,I8 | 300-350 | 0,8-0,9 |
| I | 6-6,5 | 0,I2-0,I4 | 0,I8-0,24 | 350-400 | 0,7-0,8 |
| I,2 | 7-8 | 0,I4-0,I6 | 0,20-0,24 | 400-450 | 0,7-0,8 |
| I,5 | 8-9 | 0,I8-0,20 | 0,3-0,36 | 450-550 | 0,6-0,7 |
| 2 | 9-I0 | 0,2-0,22 | 0,32-0,4 | 550-650 | 0,5-0,6 |
| 2,5 | I0-II | 0,24-0,26 | 0,32-0,44 | 650-850 | 0,4-0,5 |
| 3 | II-I2,5 | 0,28-0,3 | 0,34-0,48 | 900-II00 | 0,3-0,4 |

Таблица 21.

Ориентировочные режимы точечной сварки стали I2XI9H9T и титанового сплава ОТ4 на конденсаторной машине МТК-75 /МТК-8004/.

| Марка металла | Толщина деталей, мм | Усилие электродов $F_{св}$, даН | Сварочный ток | | Настройка машины | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | $I_{св м}$ кА | $t_м$ с | Напряжение конденсаторов, в | Емкость батареи, мкф |
| I2XI8H9T | 0,3 | 250 | 7,8 | 0,0I | I90 | I9600 |
| | 0,5 | 350 | 8,5 | 0,0I | 200 | I9600 |
| | 0,8 | 550 | 9,6 | 0,0I2 | 200 | 29400 |
| | I | 800 | I4,8 | 0,0I5 | 200 | 39200 |
| | I,5 | I600 | 20,I | 0,029 | 200 | I27400 |
| ОТ-4 | 0,5 | 200 | 6,6 | 0,0I | I90 | I9600 |
| | 0,8 | 250 | 7,5 | 0,0I | 200 | I9600 |
| | I | 350 | I0,3 | 0,0I3 | 200 | 29400 |
| | I,5 | 500 | I8,I | 0,024 | 200 | 78400 |
| | 2 | 650 | I9,9 | 0,036 | 200 | I47000 |

ПРИМЕЧАНИЯ. I. Коэффициент трансформации сварочного трансформатора равен 39

2. $T \simeq /3-3,5/ t_м$

Таблица 22.

Ориентировочные режимы точечной сварки стали I2XI8H9T и титанового сплава на конденсаторной машине МТР-I /МТКР-400I/.

| Марка металла | Толщина деталей, мм | Усилие электродов $F_{св}$, даН | Сварочный ток | | Настройка машины | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | $I_{св м}$ кА | $t_м$ с | напряжение конденсаторов, В | емкость батареи, мкф |
| I2XI8H9T | 0,3 | 250 | 7 | 0,022 | 200 | I2600 |
| | 0,5 | 300 | 7,5 | 0,026 | 200 | I8900 |
| | 0,8 | 400 | 9 | 0,03 | 220 | 3I500 |
| | I | 500 | I0 | 0,032 | 240 | 44I00 |
| | I,2 | 600 | I0,5 | 0,036 | 240 | 56700 |
| | I,5 | 800 | II,5 | 0,038 | 250 | 69300 |
| ОТ 4 | 0,5 | 200 | 6,5 | 0,022 | 220 | I2600 |
| | 0,8 | 250 | 7 | 0,022 | 260 | I2600 |
| | I | 350 | 8,5 | 0,026 | 230 | 25200 |
| | I,5 | 500 | I0 | 0,036 | 250 | 56700 |

Примечание: I. Коэффициент трансформации сварочного трансформатора равен 90.

2. $T = /3-3,5/ t_м$

Таблица 23.

Ориентировочные режимы точечной сварки стали I2XI8H9T и титанового сплава ОТ4 на машине МТПТ-400 /МТН-630I/

| Марка металла | Толщина тонкой детали, мм | Ток $I_{св.н}$, кА | Длительность тока $t_{св}$, с | Усилие электродов, $F_{св}$, даН |
|---|---|---|---|---|
| ОТ4 | 0,5 | 6 | 0,08 | 250 |
| | 0,8 | 7 | 0,I2 | 300 |
| | I | 8 | 0,I4 | 350 |
| | I,5 | 9,5 | 0,I8 | 500 |
| | 2 | II,5 | 0,22 | 600 |
| | 2,5 | I3 | 0,28 | 700 |
| I2XI8H9T | 0,3 | 6,0 | 0,04 | 250 |
| | 0,5 | 6,5 | 0,06 | 350 |
| | 0,8 | 7,6 | 0,I | 400 |
| | I | 8,8 | 0,I4 | 450 |
| | I,5 | I0 | 0,I8 | 600 |
| | 2 | I2 | 0,2 | 800 |

Таблица 24.

Ориентировочные режимы шовной сварки стали ХI5Н5Д2Т и титанового сплава ОТ4 на машинах МШШИ-400 и МШВ2I60I

| Марка металла | Толщина тонкой детали, мм | Ток, $I_{св.н.}$, кА | Длительность тока $t_{св.}$, с | Усилие электродов $F_{св.}$, даН | Шаг, мм | Темп сварки, точ/мин |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0,5 | 6,5 | 0,08 | 250 | I | I50 |
| ОТ4 | 0,8 | 7,5 | 0,I | 300 | I,5 | I50 |
| | I | 8,5 | 0,I2 | 350 | 2 | I20 |
| | I,2 | 9,5 | 0,I4 | 400 | 2,5 | I20 |
| | I,5 | I0,5 | 0,I6 | 500 | 3 | I00 |
| | 2 | I2,5 | 0,2 | 600 | 3,8 | 80 |
| | 0,3 | 6,6 | 0,06 | 300 | I | 200 |
| ХI5Н5Д2Т | 0,5 | 7 | 0,08 | 400 | I | I50 |
| | 0,8 | 8,3 | 0,I | 500 | I,5 | I50 |
| | I | 9,2 | 0,I2 | 600 | 2 | I20 |
| | I,5 | II,5 | 0,I6 | 900 | 3 | I00 |
| | 2 | I3,8 | 0,I8 | I000 | 3,8 | 80 |

Таблица 25.

Ориентировочные режимы точечной сварки сталей типа I2XI8H9T,XI5H5Д2T,титанового сплава OT4 на машине постоянного тока MTBP-400I

| Марка металла | Толщина тонкой детали, мм | Ток $I_{св}$,м, кА | Длительность тока $t_{св}$, с | Усилие электродов $F_{св}$, даН |
|---|---|---|---|---|
| I2XI8H9T | 0,5 | 6,8 | 0,08 | 250 |
| | 0,8 | 7 | 0,I2 | 350 |
| | I | 7,4 | 0,I8 | 450 |
| | I,5 | 9,4 | 0,22 | 600 |
| | 2 | I0,5 | 0,28 | 800 |
| | 2,5 | II,5 | 0,34 | II00 |
| XI5H5Д2T | 0,4 | 7,4 | 0,06 | 400 |
| | 0,8 | 8,2 | 0,I4 | 500 |
| | I | 8,4 | 0,I8 | 600 |
| | I,5 | 9 | 0,22 | 800 |
| | 2 | II,5 | 0,28 | II00 |
| OT 4 | 0,5 | 5,8 | 0,I | 200 |
| | I | 7,2 | 0,I4 | 350 |
| | I,5 | 8,6 | 0,2 | 500 |
| | 2 | I0,8 | 0,24 | 600 |
| | 3 | I2 | 0,32 | I000 |

Таблица 26.

Ориентировочные режимы точечной сварки деталей неравной толщины из стали I2XI8H9T и титанового сплава ОТ4 на конденсаторной машине МТК-75/МТК-8004/.

| Марка металла | Толщина деталей, мм | Радиус сферы электродов, мм | Усилие электродов $F_{св}$, даН | Сварочный ток | | Настройка машины | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | $I_{св.н}$, кА | $t_н$, с | емкость батареи, мкФ | напряжение конденсаторов, В |
| I2XI8H9T | 0,3+0,4 | 25/200 | 250 | 8,3 | 0,0I | I9600 | 230 |
| | 0,5+2 | 25/I00 | 300 | 8,7 | 0,0I | I9600 | 230 |
| | 0,5+4 | 25/200 | 300 | 9,2 | 0,0I | I9600 | 260 |
| | 0,5+2+0,5 | 25/25 | 300 | 9,3 | 0,0I | I9600 | 240 |
| | 0,8+4 | 50/200 | 500 | 9,8 | 0,0I2 | 29400 | 230 |
| ОТ-4 | 0,3+2 | I5/I00 | I50 | 6,4 | 0,0I | I9600 | 2I0 |
| | 0,6+2 | 25/I00 | 200 | 7,I | 0,0II | I9600 | 230 |
| | 0,6+4 | 25/200 | 200 | 7,5 | 0,0I2 | I9600 | 250 |
| | 0,8+4 | 50/200 | 250 | 8,7 | 0,0I2 | 29400 | 220 |

ПРИМЕЧАНИЯ. I.Коэффициент трансформации сварочного трансформатора равен 39(42)

2.$T \simeq 3,5 t_м$

Таблица 27.

Ориентировочные режимы точечной сварки стали типа XI5Н5Д2Т неравной толщины

| Толщина деталей, мм | Радиус сферы электродов, мм | Ток $I_{св}$, кА | Длительность тока $t_{св}$, с | Усилие электродов $F_{св}$, даН |
|---|---|---|---|---|
| 0,4+0,4+I,2 | 50/I00 | | | |
| 0,4+0,8+0,8 | 50/75 | | | |
| 0,4+0,6+I,5 | 50/I00 | 4-5 * | 0,06-0,I | 200-400 |
| 0,4+0,4+0,6+ +0,8 | 50/75 | | | |
| 0,4+0,5+0,5+ I,2 | 50/I00 | | | |
| 0,4+I+0,5+I | 50/75 | | | |
| 0,4+2 | 50/I50 | | | |
| 0,5+0,4+I+I | 50/75 | | | |
| 0,5+0,8+0,8+I | 50/75 | | | |
| 0,5+0,8+0,8+ +I;5 | 50/I00 | 4-5 * | 0,08-0,I4 | 250-500 |
| 0,5+I,2+I,2 | 50/I00 | | | |
| 0,5+I,2+3 | 50/I00 | | | |
| 0,5+I,5+I,5 | 50/I00 | | | |
| 0,5+0,5+I,2+ +0,6 | 50/50 | | | |
| 0,5+I,5+0,5 | 50/50 | | | |
| 0,5+0,8+I,2+ +0,8 | 50/50 | 4-5 ** | 0,08-0,I4 | 250-500 |
| 0,5+I+I,5+0,6 | 50/50 | | | |
| 0,5+I,5+I+0,5+ +0,5 | 50/50 | | | |

* Фольга I2XI8Н9Т толщиной 0,I-0,5 мм между электродом и тонкой деталью.

** Фольга между каждым электродом и деталью.

Таблица 28.

Ориентировочные режимы сварки стали I2XI8H9T со сталью 30ХГСА

| Толщина деталей, мм | Радиус сферы электродов со стороны 30ХГСА, мм | Сварка | | Длительность паузы $t_п$, с | Термическая обработка | | Усилие электродов $F_{св}$, даН |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Ток $I_{св}$, кА | Длительность тока $t_{св}$, с | | Ток $I_{доп}$, кА | длительность тока $t_{доп}$, с | |
| 0,5 | 50 | 6 | 0,2 | 0,44 | 4,2 | 0,36 | 450 |
| 0,8 | 75 | 6,2 | 0,24 | 0,5 | 4,4 | 0,44 | 550 |
| I | 75 | 6,4 | 0,3 | 0,6 | 4,6 | 0,52 | 600 |
| I,2 | I00 | 7 | 0,34 | 0,8 | 4,9 | 0,62 | 750 |
| I,5 | I00 | 7,9 | 0,4 | I | 5,5 | 0,76 | 900 |
| 2 | I50 | 8,9 | 0,5 | I,2 | 6,2 | I,2 | I200 |
| 2,5 | I50 | 9,8 | 0,64 | I,4 | 7 | I,4 | I500 |

Примечания. I. Режимы даны для деталей равной толщины.

2. Рабочая поверхность электрода со стороны стали I2XI8H9T плоская или сферическая радиусом 250 мм.

Таблица 29

## Ориентировочные режимы односторонней точечной сварки стали I2XI8H9T и титанового сплава ОТ4

| Марка металла | Толщина деталей, мм * | Радиус сферы электродов, мм | Ток $I_{св.д}$, кА, при шаге, мм | | | Длительность тока $t_{св}$, с /при шаге, мм/ | | Усилие электродов, $F_{св}$, даН |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 20 | 40 | 60 | 20 | 40;60 | |
| I | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| | 0,5+0,5 | 50 | 7,2 | 6,9 | 6,9 | 0,08 | 0,08 | 250-200 |
| | I+I | 75 | 9,7 | 9 | 8,7 | 0,I4 | 0,I2 | 500-400 |
| | I,5+I,5 | I00 | I2,7 | II,9 | II,9 | 0,24 | 0,22 | 800-700 |
| | 2+2 | I00 | - | I3,6 | I2,6 | 0,28 | 0,24 | 950-850 |
| | 0,5+I | 25 | 6,I | 5,8 | 5,5 | 0,I | 0,I | 250-200 |
| | 0,5+I,5 | 25 | 6,I | 5,9 | 5,9 | 0,I2 | 0,I2 | 250-200 |
| | I+I,5 | 50 | 9,5 | 9 | 8,5 | 0,I | 0,I | 500-400 |
| | I+2 | 50 | 9,7 | 9,I | 8,6 | 0,I4 | 0,I | 500-400 |
| I2XI8H9T | I+3 | 50 | I0,I | 9,5 | 8,6 | 0,I6 | 0,I2 | 500-400 |
| | I,5+3 | I00 | I3,8 | I3,4 | I2,7 | 0,3 | 0,22 | 800-700 |
| | I,5+4 | I00 | I4 | I3,6 | I3 | 0,3 | 0,22 | 800-700 |
| | I+3 | 50 | - | - | I0,I | - | 0,I8 | 500-450 |
| | I+4 | 50 | - | 9,4 | 9,I | - | 0,I8 | 500-450 |
| | I,5+0,5 | I00 | 8,7 | 8,I | 7,5 | 0,I2 | 0,I | 300-250 |
| | 2+0,6 | I00 | 9,7 | 8,6 | 8,2 | 0,I6 | 0,I2 | 300-250 |
| | I,5+I | I50 | I0,4 | 9,5 | 9,I | 0,I2 | 0,I2 | 500-450 |
| | 2+I | I50 | II | I0,6 | 9,8 | 0,I6 | 0,I2 | 500-450 |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | I+I | 75 | 7,5 | 6,9 | 6,5 | 0,I4 | 0,I4 | 300–250 |
| | I,5+I,5 | I00 | 9,5 | 8,4 | 8,4 | 0,I8 | 0,I8 | 380–330 |
| | I+I,5 | 75 | 7,3 | 7 | 7 | 0,I4 | 0,I2 | 300–260 |
| ОТ4 | I+2 | 75 | 7,3 | 7 | 7 | 0,I4 | 0,I2 | 300–260 |
| | I+3 | 75 | 7,6 | 7,3 | 7 | 0,I4 | 0,I4 | 300–260 |
| | 3+I | I00 | 9,I | 8,3 | 7,8 | 0,I8 | 0,I6 | 350–300 |
| | 2+0,8 | I00 | 8,8 | 8,3 | 8 | 0,I6 | 0,I2 | 350–300 |
| | 0,8+0,8 | 50 | 6,6 | 6,2 | 6,2 | 0,I | 0,I | 250–200 |
| | 0,8+3[жж] | 50 | – | – | 7,8 | – | 0,I8 | 200–I50 |
| | 0,8+6[жж] | 50 | – | – | 7,3 | – | 0,I8 | 200–I50 |
| | 0,8+I,2[жж] | 25 | – | 4,8 | 4,6 | – | 0,I | 80–50 |

ж Первая цифра - толщина детали со стороны электродов

жж Сварка без токопроводящей подкладки.

6.6.При сварке деталей с отношением толщин более 2:I рекомендуется:

а/применять режимы сварки с малой длительностью тока /жёсткие режимы/. Предпочтительно использование при этом конденсаторных /при толщине тонкой детали 0,3–0,6мм/, низкочастотных и машин постоянного тока;

б/применять нормальные /для деталей равной толщины/ режимы сварки и использовать для сварки со стороны тонкой детали электроды, указанные в п.3.6;

в/применять нормальные режимы сварки и использовать между электродом и тонкой деталью прокладку толщиной 0,I–0,2 мм из того же металла, что и свариваемые детали. Для сварки сталей рекомендуется прокладки из стали I2XI8H9T.

Примечание.

Поверхности прокладки и тонкой детали должны быть хорошо очищены, в противном случае прокладка может привариваться к детали и её удаление будет затруднено.

6.7. При вариантах односторонней сварки,приведенных на фиг.I, а,в,д, рекомендуется применять режимы с бо́льшей длительностью тока /см.табл.29/, чем при двухсторонней сварке;при этом рекомендуется плавное нарастание тока . В остальных вариантах могут быть использованы режимы двухсторонней сварки. Допустимые расстояния между электродами /роликами/ при односторонней сварке на токопроводящей прокладке приведены в табл.30.

Таблица 30.

Минимальные расстояния между электродами /роликами/ при односторонней сварке нержавеющих сталей и титана, мм

| Толщина деталей со стороны электродов,мм | Точечная сварка | Роликовая сварка /непрерывная/ | Роликовая сварка /шаговая/ |
|---|---|---|---|
| до 0,8 | I5 | 30 | 20 |
| I,0 | 20 | 40 | 30 |
| I,2 | 20 | 40 | 30 |
| I,5 | 30 | 60 | 40 |
| 2,0 | 40 | I00 | 80 |

Примечание.

Минимальные расстояния даны для вариантов сварки, приведенных на черт.I а,б,в,д. Для вариантов, приведенных на черт.Iе,ж, эти расстояния могут быть уменьшены.

6.8. При точечной и шовной сварке, когда ограничен доступ одного из электродов к зоне сварки, допускается использовать токопроводящие вкладыши /"бужи"/, изготовленные из электродных сплавов" /см. ГОСТ I4III-77, табл.8/. При сварке с использованием токопроводящих вкладышей руководствоваться действующей технологической документацией.

6.9. Отработка режимов сварки нового узла производится в следующем порядке:

I. По чертежам устанавливается количество различных сочетаний толщин и марок металла в сварных узлах и изготавливаются соответствующие образцы для подбора режима сварки, контроля размеров соединения, механических испытаний и проверки на герметичность /если предусмотрено технологией/.

Примечание. Поверхность образцов должна быть подготовлена как поверхность свариваемых деталей.

2. В зависимости от сочетания толщин и марки металла по таблицам 8-29 определяются необходимые параметры режима сварки.

3. Путем сопоставления рекомендованных параметров режима сварки и размеров свариваемых узлов с технологическими характеристиками машин выбирается сварочное оборудование.

4. Ориентировочный режим сварки устанавливают на машине и сваривают технологические образцы /см.п.7.3/. Режим корректируют до получения сварного соединения удовлетворительного качества с номинальным диаметром литого ядра /номинальной шириной литой зоны шва/, бо́льшим минимального значения, указанного в табл.I. Выбор номинального диаметра /ширины/ для данной толщины и марки металла зависит от возможных нормальных отклонений параметров режима сварки и технологических факторов. Рекомендуется устанавливать номинальный диаметр /ширину/ на I0-20% больше минимальных размеров, указанных в табл.I. При выборе режимов сварки руководствоваться

Методическими материалами "Настройка режима сварки на точечных и шовных машинах" (НИАТ,1980).

5.Качество сварки на технологических образцах определяют путем их разрушения /технологическая проба/,исследованием макроструктуры соединений на шлифах и по результатам механических испытаний сварных точек и швов.

6.Установленный режим должен быть проверен на устойчивость путем изменения отдельных параметров режима сварки /усилия,тока/ в установленных пределах /п.7.34/; при этом размеры литой зоны сварного соединения должны соответствовать указанным в табл.I и п.7.I7.

7.На установленном оптим льном режиме производится сварка технологических образцов для металлографических исследований и механических испытаний /см.раздел 7/.

Примечание.

При сварке образцов должны быть измерены параметры режима.

8.При положительных результатах металлографического исследования,механических испытаний и рентгеновского контроля технологических образцов на подобранном режиме производится сварка первого узла или образца,имитирующего его. Узел или имитирующий образец рекомендуется подвергать разрушению для контроля качества сварки и для определения влияния конструктивных особенностей сварного узла/кривизны, зазоров, шунтирования, теплоотвода, деформаций и т.п./ на качество сварки. В случае необходимости режим корректируется до получения сварных соединений номинальных размеров.

9.Отработанный режим сварки заносится в карты технологического процесса /см.ГОСТ 3.I406-74/ или специальный журнал, где указываются:

-эскиз сварного узла с указанием мест и порядка наложения сварных швов и категории сварного соединения;

-сочетания толщин деталей и марок свариваемых металлов;

-тип сварочной машины;

-величина вылета консолей и их раствор /для машин, у которых эти величины могут изменяться/;

-диаметр электродов или роликов и радиус заточки рабочих поверхностей /номер чертежа электродов и роликов/;
-параметры режима сварки в абсолютных величинах, а также по положениям рукояток управления машины.

6.10. Сварку узлов на режиме, отработанном и записанном в карту технологического процесса, осуществлять в следующем порядке:
-установить параметры режима сварки согласно технологической карте;
-сварить технологические образцы пробы с изготовлением макрошлифов в условиях цеха;
-при удовлетворительных результатах контроля макрошлифов произвести сварку одного узла из партии и предъявить его ОТК совместно с макрошлифами;
-сварка партий узлов производится с разрешения ОТК.

Примечание.

При наличии нескольких однотипных машин допускается применение режима, отработанного на одной из них, с последующей корректировкой для каждой из этих машин при условии выполнения требований к сварным соединениям, указанным в разделе 7.

6.11. Способы определения качества сварки, а также форма и размеры образцов и порядок их испытания указаны в разделах настоящей инструкции.

6.12. В процессе изготовления узлов обязательно производить сварку технологических образцов сварных соединений I и II категорий для их периодического контроля /см.табл.32/.

6.13. После перерывов в работе машины более I ч, устранения неисправностей машины и после смены /заточки/ электродов/роликов/ перед продолжением сварки партий узлов необходимо произвести сварку образцов для определения размеров литой зоны сварной точки шва .

6.14. В процессе работы сварщик обязан наблюдать:
-за правильностью расположения и внешним видом сварных точек и швов;
-за расположением деталей в процессе сварки /перекосы сварного узла относительно электродов или роликов, искажение формы узла и

соприкосновение деталей узла с токоведущими элементами машины не допускаются/;

-за процессом сварки /наружные и внутренние выплески не допускаются/;

-за состоянием и чистотой рабочей поверхности электродов,роликов;

-за стабильностью работы сварочной машины;

-за интенсивностью охлаждения токоведущих элементов вторичного контура и свариваемых деталей.

6.15.Если обнаруживаются глубокие вмятины,трещины,непровары, подрезы, выплески и другие дефекты, сварку следует прекратить и выяснить причины их появления. Сварка может быть продолжена только после устранения причин образования дефектов.

Примечание. Сварка в отдельных случаях может сопровождаться образованием мелких искр,вылетающих из-под нахлёстки.Если это явление не сопровождается выбросом расплавленного металла нахлёстки, то это допустимо.

6.16.Во избежание соприкосновения изделия с токоведущими частями сварочной машины последние необходимо изолировать /обернуть тонкой резиной, полиэтиленовой плёнкой и т.п./.

6.17.При шовной сварке рекомендуется сваривать шов за один проход. В случае обрыва шва сварку следует начинать за 5-10 точек до места обрыва. Замыкание кольцевых и круговых швов производить с перекрытием не менее чем 5 точками.

6.18.Если после сварки требуется правка,последняя должна осуществляться обкаткой или обжатием сварных швов .С разрешения главного сварщика допускается правка постановкой "холостых точек",термофиксацией, изгибом и ударом.

Установленные порядок и режимы правки записываются в картах технологического процесса.

6.19.Продольные и поперечные швы в местах пересечения для обеспечения герметичности рекомендуется повторно сваривать на точечных и шовных машинах; при этом сварочный ток должен быть увеличен на 10-15%/по сравнению с номинальным для сварки деталей данной толщины/ Повторная сварка производится по любому из пересекающихся швов на длине не менее 10 точек /по 5 точек от места пересечения/,уступ

нахлёстки в месте пересечения швов должен быть выполнен на "ус". Допускается места пересечения швов сваривать АрДЭС.

6.20. Точечную сварку на шовных машинах рекомендуется производить при прерывистом вращении роликов. Осуществление точечной сварки на шовных машинах допустимо в том случае, если они обеспечивают требуемое качество сварных точек и заданный шаг. В этом случае расстояние между прихватками и зазоры должны быть не более допустимых для непрерывного шва /табл.7/.

6.21. Допускается выполнять точечную сварку по швам АрДЭС. При этом чистота поверхности шва должна соответствовать п.1.3.

6.22. Сварку крупногабаритных изделий, имеющих малую жёсткость, производить на роликовых стендах, стеллажах, рольгангах и других приспособлениях. Конструкция этих приспособлений должна предотвращать искажение формы свариваемых деталей /провисание, перекосы, скручивание и т.п./.

6.23. Для снижения короблений при сварке рекомендуется:
- применять режимы сварки с малой длительностью тока;
- применять интенсивное охлаждение электродов и роликов;
- применять, где это возможно, электроды и ролики с одинаковыми рабочими поверхностями;
- следить, чтобы смещение одного электрода/ролика/ относительно другого под действием усилия сжатия было минимальным;
- использовать режимы сварки с ковочным усилием в 2,5-3 раза больше сварочного усилия.

6.24. Сварные швы должны быть заклеймены индивидуальным клеймом сварщика. Места и правила клеймения устанавливаются ОТК по согласованию с главным сварщиком. Разрешается замена клеймения швов соответствующим оформлением паспорта на сварной узел.

## 7. КОНТРОЛЬ

7.1. Для обеспечения требуемого качества сварных изделий необходимо осуществлять пооперационный и окончательный контроль:
- подготовки поверхности /см.раздел 4/;
- сборки и прихватки /см.раздел 5/;
- сварки /см.раздел 6/;

7.2. Качество процесса сварки контролировать на технологических образцах и сварных узлах;

-внешним осмотром и измерениями;

-технологической пробой;

-исследованием макроструктуры сварных соединений на технологических образцах;

-механическими испытаниями образцов /если указано в чертеже узла/;

-рентгеновским просвечиванием технологических образцов и сварных узлов /если указано в чертеже узла/;

-измерением параметров режима сварки;

-испытанием на герметичность /если указано в чертеже узла/;

-выборочным разрушением узла или образцов, имитирующих его /если указано в ТУ на узел/.

7.3. Технологические образцы, используемые для отработки режима сварки и контроля качества сварных соединений, должны быть идентичны деталям изделия /та же марка и состояние поставки металла, форма и толщина, подготовка поверхности/. Шаг точек должен быть равен шагу точек на изделии. Ширина образцов устанавливается такая же, как образцов для механических испытаний /см. РТМ-992/. Длина образцов для точечной сварки должна обеспечивать постановку не менее 5 точек, для шовной сварки -выполнение шва длиной не менее 100мм.

Технологическим образцам необходимо придавать такую же кривизну, какую имеет соединение на свариваемом узле. При сварке кольцевых швов диаметром меньше 300 мм образцы рекомендуется изготовлять в виде замкнутого кольца, диаметр которого равен диаметру свариваемых деталей.

7.4. С разрешения главного сварщика образцы технологической пробы могут выполняться с отступлением от п.7.3. Это разрешение дается после проведения работ, в результате которых устанавливается соответствие размеров литой зоны образцов, выполненных с соблюдением п.7.3 и с отступлением от него /по состоянию поставки металла, подготовке поверхности, форме и т.п./.

7.5. При наличии в сварном узле деталей с одним и тем же сочетанием толщин и марок металла, но с разным шагом сварных точек разрешается выполнять технологические образцы только для соединений с наименьшим шагом точек и результаты контроля образцов распространять на такие же соединения с другим шагом точек.

7.6. Если при сварке двух деталей толщина одной из них /равная или большая другой/ увеличивается /не более 30%/, то после проведения соответствующих работ с разрешения главного сварщика допускается выполнять технологические образцы только для одного сочетания толщин деталей.

7.7. Контролю внешним осмотром подвергаются все сварные соединения узла, включая технологические образцы. Осмотр рекомендуется производить с помощью лупы с 4-10-кратным увеличением.

При осмотре необходимо проверять:

-соответствие расположения сварных точек или швов в соединении расположению их на чертеже;

-форму и размеры вмятины от электродов /роликов/;

-наличие наружных дефектов;

-величину зазоров между деталями.

7.8. Размеры отпечатков от электродов /роликов/ не являются критерием оценки качества сварного соединения. Однако изменение размеров отпечатков более чем на 15% при неизменной настройке машины свидетельствует о нарушении условий сварки и о возможном изменении качества соединения. В этом случае сварку следует прекратить и произвести технологическую пробу и исследование макроструктуры.

Отпечатки сварных точек должны иметь форму окружности/допускается овальность не более 3:2/; отпечатки шва-равномерную чешуйчатость.

Примечания:

1. На наружной поверхности сварных швов допускаются цвета побежалости. В случае необходимости по решению главного сварщика точки и швы с темной поверхностью зачищают абразивным вулканитовым кругом, металлической щёткой и т.п.

2.Допустимость следов вольфрама на поверхности сварных точек при сварке электродами со вставками решает главный сварщик по согласованию с конструктором.

7.9.После сварки зазоры между деталями должны быть не более:

-20% от толщины толстой детали( при толщине листов до 2 мм);

-15% от толщины толстой детали( при толщине листов свыше 2 мм).

Измерение зазоров рекомендуется производить щупом на расстоянии не менее диаметра /ширины/ литой зоны от центра /оси/сварной точки /шва/.

Примечание.

Если после сварки зазоры превышают указанные, то решение о приемке узла принимает главный сварщик и конструктор узла.

7.10. Технологической пробой проверяется правильность установленного режима сварки. При этом устанавливается диаметр литого ядра точки или ширины литой зоны шва, а также характер разрушения сварного соединения.

7.11.Для определения качества режима сварки технологические образцы подвергаются разрушению в тисках или других приспособлениях. При этом разрушение должно происходить по зоне термического влияния или по основному металлу. В случае несквозного разрушения производят измерение глубины впадины или высоты выступающей части металла соединения, и если она составляет не менее 30% толщины листа,то проплавление сварных образцов считается удовлетворительным.

Примечания.

1.Если соединение состоит более чем из двух деталей, то технологическая проба выполняется для каждой пары соединяемых деталей отдельно.

2.Если производится контроль макроструктуры на шлифах /см.п.7.12/, то допускается не производить технологическую пробу.

7.12.Исследование макроструктуры производят для определения размеров литой зоны сварного соединения, глубины вмятин от электродов /роликов/ и для выявления дефектов в литой зоне и зоне термического влияния.

7.13.Шлифы для исследования макроструктуры изготовляют /см. черт.2/ разрезкой технологических образцов перпендикулярно поверхности по центру сварной точки /два шлифа/ или вдоль и поперек шва /два шлифа/.

Примечание.

Если сварка узла производится на отработанном режиме, то разрешается исследование макроструктуры выполнять на одном шлифе.

7.14.Для выявления макроструктуры в условиях цеха шлифы обрабатывают напильником и зачищают шлифовальной шкуркой.

Травление шлифов рекомендуется производить химическим и электрохимическим путем в травителях, состав которых обеспечивает наилучшее выявление структуры металла каждой марки.

На макрошлифе должна быть четко видна граница между литым металлом ядра точки или шва и основным металлом. На продольном шлифе шва должно быть видно перекрытие точек.

Примечание.

При работе с травителем не допускать попадания его на открытые части тела и одежду, соблюдать правила техники безопасности, обязательные при работе с концентрированными кислотами.

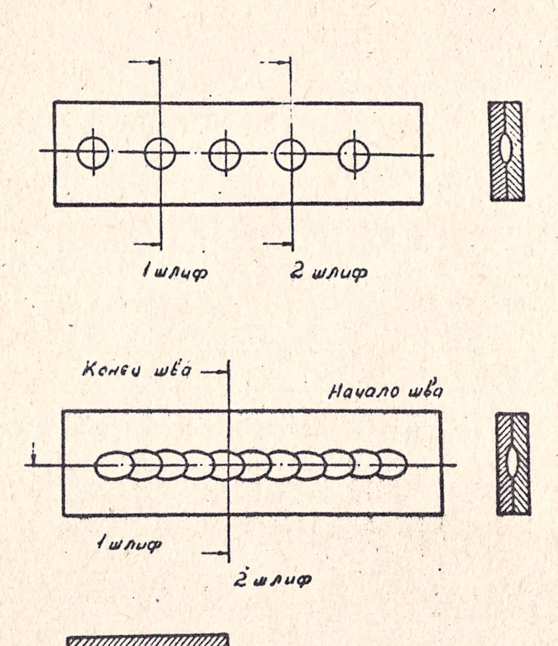
7.15.Диаметр литого ядра точки или ширина литой зоны шва определяются на макрошлифах по линии соединения деталей /черт.3/. В случае сварки соединений более двух деталей эти размеры определяются отдельно для каждой пары соединенных между собой деталей /черт.3,б/.Они должны быть не меньше указанных в табл.I.

Примечания:

I.Увеличение диаметра литого ядра точки или ширины литой зоны шва относительно указанных в табл.I при отсутствии дефектов сварного соединения не является признаком брака.

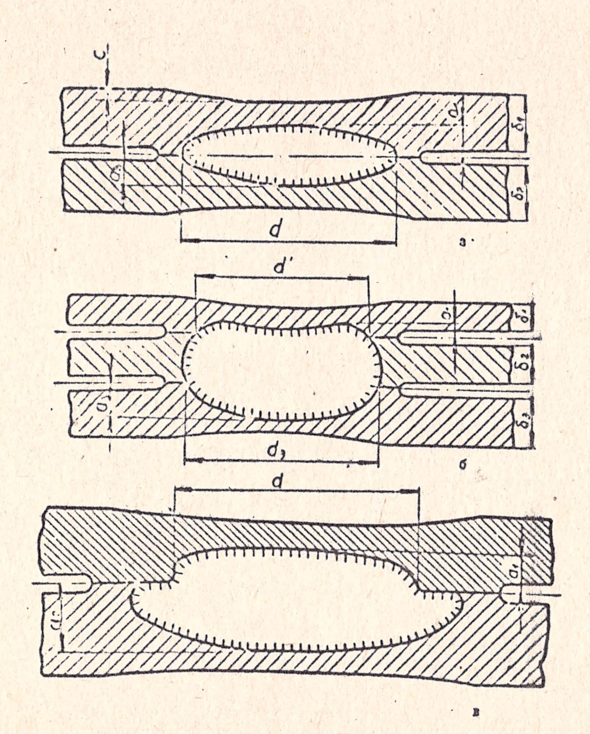
2.При сочетании деталей неравной толщины диаметр литой зоны или ширина шва должны быть не менее указанных в табл.I для тонкой детали соединения.

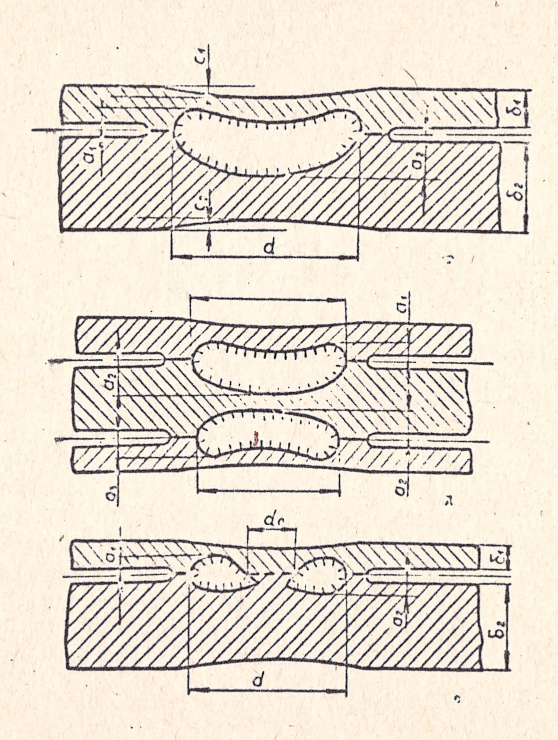
## Схема изготовления макрошлифов для точечных и роликовых соединений




Черт.2

Схема определения размеров литой зоны шва, величины проплавления и вмятины от электродов /роликов/ в различных типах точечных и роликовых соединений






а– детали равной толщины; б – сочетание трех деталей;
в – разноименные сплавы; г – детали неравной толщины;
д – сочетание трех деталей; е – детали неравной толщины /кольцевое проплавление–

Черт.3

7.16. Величина проплавления определяется на шлифах отношением расстояния от линии соединения деталей до границ литой зоны к толщине детали $\left(\frac{a}{\delta}\cdot 100\%\right)$ /черт.3/. Проплавление определяется отдельно для каждой детали, входящей в соединение.

$$A_1 = \frac{a_1}{\delta_1}\cdot 100\%;$$

$$A_2 = \frac{a_2}{\delta_2}\cdot 100\%;$$

7.17. Величина проплавления не должна выходить за пределы до 20-80%.

Для обеспечения стабильного качества сварных соединений рекомендуется производить сварку на режимах, обеспечивающих на технологических образцах проплавление от 30 до 70% и диаметр /ширину/ литой зоны не менее средних значений, указанных в табл. I. Кроме того, во всех случаях должно соблюдаться условие $\frac{a-c}{\delta}\cdot 100 \leq 90\%$, где С - величина вмятины /см.п.7.21/.

Примечания.

I. В случае сварки деталей неравной толщины величина проплавления каждой из деталей должна быть не менее 20% толщины тонкой детали.

2. При сварке трех и более деталей допускается сквозное проплавление средних деталей.

3. При сварке титановых сплавов допускается максимальная величина проплавления -95%.

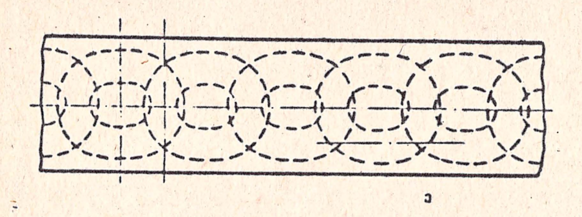
7.18. При сварке деталей, отношение толщин которых более 3:I, а толщина тонкой детали менее 0,5 мм, допускается кольцевое проплавление деталей, при этом размер $d_c \leq 0{,}3\,d$ /черт.3, е/.

Примечание.

В случае кольцевого проплавления следует правильно оценивать макроструктуру соединения, которая может быть различной в зависимости от положения плоскости шлифа по отношению к сварному шву /черт.4/.

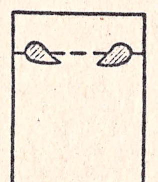
7.19. Определение диаметра ядра точек, выполненных односторонней сваркой, производить на поперечных макрошлифах /черт.5, б/.

Характер макроструктуры сварного шва при вырезке шлифов в различных плоскостях его сечения в случае шовной сварки с кольцевым проплавлением деталей



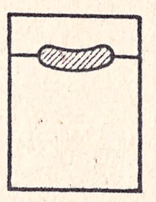
а

Сечение 1-1

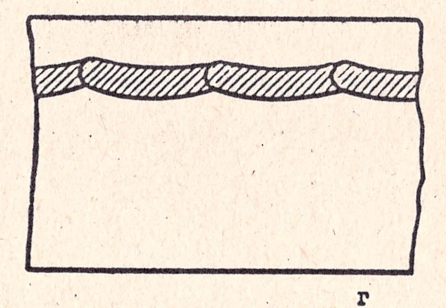


б

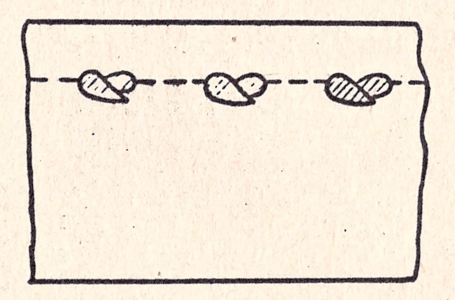
Сечение 2-2



в



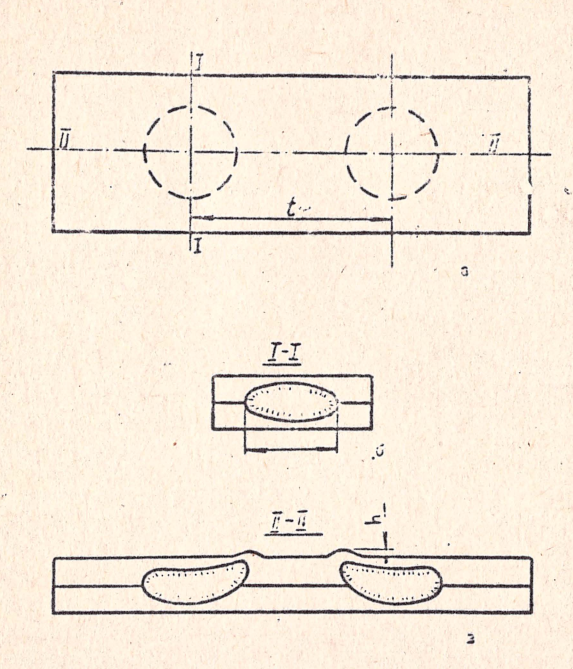
г



а - схема вырезки шлифов;
б,в - поперечные шлифы;
г,д - продобные шлифы

Черт.4

Схема разрезки образцов для изготовления макрошлифов при односторонней сварке




а – образец; б – поперечный макрошлиф
в – продольный макрошлиф ( $t_т$ – шаг точек)

Черт. 5

7.20.Величина перекрытия зон сварного шва определяется выражением $B = 1 - \frac{b}{l} \cdot 100\%$ /черт.6/, где $b$ -величина неперекрытой части литой зоны /определяется на продольном шлифе образца в любом месте шва/; $l$ -размер литой зоны последней точки шва. Величина перекрытия герметичного шва должна быть в пределах 25-60%.

Примечания.

I.На машинах переменного тока необходимо обеспечить выполнение последней точки шва с заданной $t_{св}$.

2.При отсутствии последней точки шва на макрошлифах/например, при вырезке шлифов из готового узла/ следует фиксировать лишь наличие перекрытия литых зон, не определяя его в процентах.

7.2I.Величина вмятины электродов /роликов/ характеризуется отношением $\frac{c}{\delta} \cdot 100\%$. Величина вмятины измеряется отдельно для каждой из деталей /$C_1 = \frac{c_1}{\delta_1} \cdot 100\%$ и $C_2 = \frac{c_2}{\delta_2} \cdot 100\%$/ с помощью индикатора часового типа /цена деления 0,0I мм/ или на шлифах с помощью микроскопа /черт.3/.

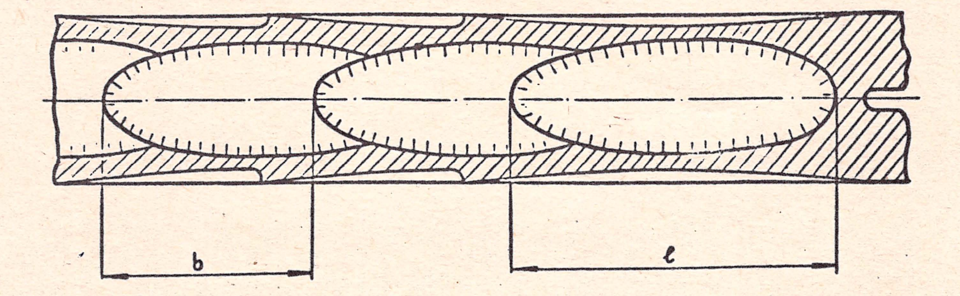
7.22.Глубина вмятины от электродов /роликов/ при сварке деталей с отношением толщин не более 2:I не должна превышать I5% и 25% в следующих случаях: при отношении толщин более 2:I; когда один их электродов плоский; при сварке в труднодоступных местах;при сварке трех и более деталей.

Примечание. По разрешению главного сварщика в отдельных случаях допускается увеличение вмятины до 30%.

7.23.На поверхности сварных точек и швов допускаются наплывы металла, например при односторонней сварке /черт.5,в/, высотой $h$ не более I5% толщины листа.

7.24.Размеры литой зоны сварных соединений на шлифах /величина проплавления, диаметр ,ширина,перекрытие и т.п./ определяются в заводской лаборатории /при отработке нового режима/ с помощью микроскопа,а в цеховых условиях - с помощью монокулярной лупы I0 кратного увеличения.

Схема определения величины перекрытия роликовых швов




Черт.6

7.25.В литом ядре и зоне термического влияния сварных точек и швов возможно образование скоплений легкоплавкой составляющей металла свариваемых деталей, так называемых "усов".
Прослойки легкоплавкой составляющей металла не снижают механических свойств и герметичности сварного соединения. Они не являются признаком брака сварного соединения, если не выходят на поверхность деталей.

7.26.Механические испытания образцов производят при отработке нового режима и периодически,если записано в ТУ на узел,для определения разрушающих усилий сварных соединений на срез и отрыв.
Конструктор и главный сварщик устанавливают номенклатуру соединений, для которых проведение испытаний сварных точек на отрыв обязательно.

Примечания.

I.При отработке нового режима испытание на отрыв обязательно только для закаливающихся сталей.Разрушающее усилие отрыва для закаливающихся сталей должно быть не менее 25% прочности на срез /табл.31/.

2.Для соединений трех и более деталей механические испытания необязательны.

7.27.Образцы для механических испытаний должны быть идентичны свариваемым деталям по марке металла, состоянию поставки,сочетанию толщин и подготовке поверхности.
Механические испытания проводятся на серии из I0 образцов.
Размеры образцов и способы их изготовления должны быть выбраны согласно РТМ-992.

Примечание.

При сочетании деталей неравной толщины размеры образцов устанавливаются по тонкой детали.

7.28.Минимальные разрушающие усилия сварных точек и швов должны быть не ниже усилий, указанных для соответствующих металлов в табл. 31.

Таблица 31.

Минимально допустимые разрушающие усилия сварных точек и швов при статическом срезе /плоские образцы/.

| Толщина тонкой детали, мм | Разрушающие усилия сварных точек, даН при прочности основного металла в неупрочненном состоянии, МПа | | | | | | | Прочность шва в % от прочности основного металла в неупрочненном состоянии |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $\sigma_в < 400$ | $400 \leq \sigma_в < 500$ | $500 \leq \sigma_в < 600$ | $600 \leq \sigma_в < 700$ | $700 \leq \sigma_в < 800$ | $800 \leq \sigma_в < 900$ | $\sigma_в \geq 900$ | |
| 0,3 | 65 | 80 | I00 | II5 | I30 | I45 | I60 | Не менее 90 |
| 0,4 | 90 | II0 | I35 | I55 | I75 | 200 | 2I5 | |
| 0,5 | II5 | I40 | I75 | 200 | 230 | 260 | 285 | |
| 0,6 | I50 | I80 | 225 | 265 | 300 | 340 | 355 | |
| 0,7 | I90 | 225 | 280 | 320 | 360 | 405 | 445 | |
| 0,8 | 230 | 275 | 345 | 395 | 450 | 5I0 | 560 | |
| I | 320 | 385 | 480 | 550 | 625 | 705 | 775 | |
| I,2 | 435 | 525 | 655 | 750 | 855 | 965 | I060 | |
| I,5 | 635 | 760 | 950 | I085 | I235 | I395 | I535 | |
| 2 | 9I5 | II00 | I375 | I565 | I785 | 2020 | 2220 | Не менее 80 |
| 2,5 | II65 | I400 | I750 | I995 | 2275 | 2570 | 2325 | |
| 3 | I4I5 | I700 | 2I25 | 2420 | 2760 | 3I20 | 3430 | |
| 3,5 | I880 | 2250 | 2800 | 3200 | 3680 | 4I00 | 44I0 | Не менее 70 |
| 4 | 22I0 | 2650 | 3300 | 3770 | 4350 | 4820 | 5I80 | |

Примечания. I. Минимально допускаемые усилия даны для соединений с минимальными размерами литой зоны /табл. I/

2. Неупрочненное состояние – состояние, при котором металл имеет минимальную прочность.

Примечания:

1. Минимальная прочность сварных точек и швов в соединениях из разноименных металлов устанавливается по табл. 31 для металла с меньшей прочностью.

2. Точечные соединения, выполненные на шовных машинах, равны по прочности соединениям, полученным точечной сваркой при условии соблюдения равных размеров литых зон точек.

3. Если при периодических механических испытаниях образцов разрушающее усилие не соответствует данным табл. 31, то решение о приемке узла /партии узлов/ принимает главный сварщик по согласованию с конструктором узла с учётом результатов контроля размеров литой зоны на макрошлифах соединений.

7.29. Разброс прочности при механических испытаниях образцов на срез для серии из 10 образцов должен находиться в следующих пределах:

для точек
$$\frac{P_{макс} - P_{мин}}{P_{ср}} \leq 0,30;$$

для швов
$$\frac{P_{макс} - P_{мин}}{P_{ср}} \leq 0,20;$$

где $P_{макс}$ – наибольшая прочность точки /шва/ в данной серии образцов, даН;

$P_{мин}$ – наименьшая прочность точки /шва/ в данной серии образцов, даН;

$P_{ср}$ – средняя прочность точки /шва/ в данной серии образцов, даН

7.30. Рентгеновское просвечивание применяется для определения внутренних дефектов сварных соединений в виде пор, раковин, трещин, и выплесков, а также для контроля размеров литой зоны с использованием контрастных материалов /см. РТМ-1152/.

7.31. Поры, трещины, раковины, если они расположены в центре литой зоны и не выходят за пределы 1/3 диаметра литого ядра точки или 1/3 ширины литой зоны шва, не являются признаком дефекта сварного соединения. На контрольных образцах поры, трещины, раковины не являются признаком дефекта, если они не выходят за пределы 1/4 литой зоны сварного соединения.

7.32.Необходимость рентгеновского контроля сварных соединений I и II категорий на технологических образцах и узлах определяется конструктором и главным сварщиком, о чем указывается в чертеже узла. Должно быть проверено не менее 10% сварных точек или общей длины швов узла. Если количество обнаруженных внутренних дефектов выше допустимого /см.табл.33/, необходимо подвергнуть дополнительному рентгеновскому просвечиванию 50% сварных точек или общей длины швов узла.Если общее количество выявленных дефектов выше указанных в табл.35, то вопрос об исправлении и приемке узла решает главный сварщик. Контролируемые участки сварного шва указываются в чертеже узла или ТУ.

7.33.Контроль параметров режима сварки /усилие сжатия электродов ,величина сварочного тока, длительность импульсов и пауз и др/ производить периодически /см.табл.32 и РТМ-1132/. Результаты измерений параметров режима сварки должны регистрироваться.

7.34.Допускаются без корректировки режима сварки колебания одного из его параметров в следующих пределах, %:

сварочный ток ................................ ±5

сварочное усилие .............................±10

длительность импульса ........................±10

длительность паузы ...........................±5

скорость вращения роликов ....................±10

При отклонении одного из параметров режима сварки сверх установленного допуска или при отклонении нескольких параметров в пределах допуска,сварку необходимо прекратить и устранить причины нарушения стабильности параметров режима.

7.35.На герметичность испытываются как отдельные швы,так и все изделие в целом. Швы открытых конструкций проверяются керосино-меловой пробой либо другими методами контроля герметичности. Швы резервуаров подвергаются гидравлическим или пневматическим испытаниям, а также испытаниям с применением гелиевого течеискателя. Методы испытаний указываются в чертеже узла.

Примечание.

При гидравлических и пневматических испытаниях резервуаров под давлением выше атмосферного необходимо обеспечить безопасность обслуживающего персонала.

7.36.Контроль разрушением готового сварного изделия /узла/ из партии производится периодически /если указано в ТУ/ с целью определения качества сварных соединений. Качество соединений определяется исследованием макроструктуры на шлифах, вырезанных из сварных швов разрушенного изделия /узла/ или в соответствии с требованиями ТУ.

Примечания:

I.Образцы,вырезанные из разрушенного узла /изделия/,не рекомендуется испытывать на срез /разрыв/, так как разрушающие нагрузки могут быть ниже допустимых из-за остаточных деформаций и напряжений в образцах.

2.При рентгеновском просвечивании сварных швов разрушенного изделия /узла/ необходимо учитывать, что выявленные трещины могли возникнуть и при разрушении изделия. Если изделие /узел/ выдержало испытание разрушением, а качество сварных швов не удовлетворяет требованиям табл.I и пп.7.I7 и 7.20 то вопрос о приемке партии изделий решает представитель КБ по согласованию с главным сварщиком в соответствии с ТУ на изделие.

7.37.Контроль процесса сварки осуществлять согласно таблице 32.

## 8.ДЕФЕКТЫ СВАРКИ И МЕТОДЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

8.I.Дефекты при точечной и шовной сварке,причины их возникновения, способы обнаружения и устранения, а также количество дефектов, допустимых без исправления и подлежащих исправлению в зависимости от назначения и условий эксплуатации сварного соединения, указаны в табл.33.

Таблица [illegible]2.

Контроль в процессе сварки

| Методы контроля | Категория сварных соединений | | |
|---|---|---|---|
| | I | П | Ш |
| Внешний осмотр | А,Б,В,Г,Д | А,Б,В,Г,Д | А,Б,В,Г,Д |
| Технологическая проба | А,Б.В.Г, | А,Б,В,Г | А,Б |
| Исследование макроструктуры | А,Б,В,Г | А,Б,Г | А |
| Рентгеновское просвечивание | А,Е | А,Е | – |
| Механические испытания | А,Г*,Е | А,Г*,Е | А |
| Измерение параметров режима сварки | А,[illegible] | А | – |

Условные обозначения

А – при отработке нового режима;

Б – в начале сварки узла;

В – в конце сварки узла;

Г – периодически;

Д – сварного узла /изделия/;

Е – сварного узла /изделия/, если указано в чертеже.

Примечания:

1.Периодичность контроля и количество образцов для периодического контроля устанавливает главный сварщик.

2.Для соединений I и П категорий контроль технологической пробой и исследование макроструктуры рекомендуется повторять через 1000 точек или 10 м шва.

3.При отработке нового режима механические испытания проводятся на 10 образцах. С разрешения главного сварщика допускается испытание 3 образцов, если разброс прочности соответствует требованиям п.7.29.

4.С разрешения главного сварщика допускается исследование макроструктуры в случаях Б,В,Г производить при точечной сварке на одном шлифе,при шовной –на одном продольном шлифе.

5.При сварке соединений, которые содержат не более 100 точек или одного метра шва и выполняются в течение одного часа,разрешается не изготовлять макрошлифы по окончании сварки этого соединения /см.В/.

---

* Для закаливающихся сталей

8.2.Общее количество дефектных сварных точек или общая длина дефектных швов узла /изделия/, допустимых без исправления, а также подлежащих исправлению,не должно превышать указанного в табл.33.

Примечание.

Для соединений с малым числом сварных точек /менее 100/ и малой длиной шва /менее 1м/ число дефектов,допустимых без исправления и к исправлению,разрешается устанавливать конструктору узла совместно с главным сварщиком /за основу берутся данные табл.33/.

8.3.Если количество дефектов превышает пределы,указанные в табл. 33/как по отдельным видам дефектов, по расположению, так и по общему их количеству/, то вопрос о возможности допуска без исправления или исправления узла /изделия/ в каждом отдельном случае решается в КБ и главным сварщиком.

8.4.Дефекты,которые могут быть допущены без исправления, но расположение которых в сварном шве недопустимо по ТУ,подлежат обязательному устранению.

8.5.Дефекты в начале и в конце шва подлежат обязательному устранению.

8.6.Если дефекты обнаружены после термообработки сварного узла, то решение о методах их устранения принимает главный сварщик.

8.7.Если по условиям работы узла следы меди на поверхности сварных швов не допускаются, то их удаление производить стальной проволочной щеткой или абразивным кругом на резиновой основе.

8.8.Устранение дефектов следует поручить сварщикам высокой квалификации/не ниже 3-го разряда по новой тарифной сетке/.

8.9.После устранения дефектов узел /изделие/ подвергается обязательному повторному контролю ОТК.

## 9.ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

9.1.При контактной точечной и шовной сварке необходимо руководствоваться "Правилами безопасности труда при выполнении электросварочных работ", НИАТ,1979г.

9.2.На участке, где производится контактная сварка, на видном месте должны быть вывешены инструкции по технике безопасности.

9.3.При ощущении сварщиком электрического тока необходимо немедленно прекратить работу и сообщить об этом наладчику.

9.4.Сварщику категорически запрещается вскрывать и ремонтировать электрические агрегаты сварочной установки. В случае неисправности последних сварщик обязан сообщить об этом мастеру и наладчику.

9.5.Каждая сварочная установка должна быть закреплена за наладчиком, который должен нести ответственность за её состояние.

9.6.Сварочную машину следует содержать в чистоте.Ответственным за содержание сварочной машины является сварщик. Чистка и протирка машины должна производиться сварщиком после выключения напряжения и давления воздуха. Чистка шкафов управления производится наладчиком.

## I0.МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

I0.I.Измерение толщины свариваемых деталей и технологических образцов производить с точностью ±0,Iмм штангенциркулем с длиной рабочей шкалы -200 мм,с ценой деления -0,05мм.

I0.2.Измерение величины сварочного тока производить с точностью ±3% приборами АСУ-IМ,АСД-I,АСА-I,ИТ-02,ИТ-03 на шкале 0-50кА.

I0.3.Измерение усилия сжатия электродов /роликов /производить с точностью ±3% пружинными динамометрами ДОСМ,ДПС,шкала 0-5000 даН.

I0.4.Измерение диаметра литого ядра /ширины литой зоны шва/ производить с точностью ±0,I мм штангенциркулем с длиной рабочей шкалы -200 мм.

I0.5.Измерение величины проплавления производить с точностью ±5% на микроскопе МБС-3 при увеличении от I0 до 20 раз.

I0.6.Определение разрушающих усилий сварных соединений на срез и отрыв производить с точностью ±5% на разрывной машине любого типа с соответствующей шкалой показаний.

Приложение

Циклограммы процессов точечной и шовной сварки

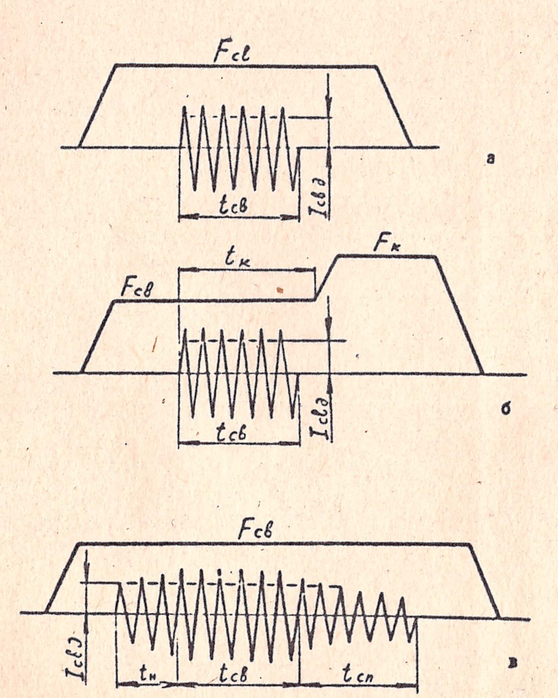


Таблица 39

| | Наименование дефектов | Наиболее вероятная причина образования дефектов | Способы обнаружения дефектов | Категория I | | Категория II | | Категория III | | Способы устранения /исправления/ дефектов | Примечание |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | допустимое кол. дефектов без исправления, % | предельное допустимое кол-во дефектов, при котором разрешается исправление, % | допустимое кол-во дефектов без исправления, % | предельно допустимое кол. дефектов, при котором разрешается исправление, % | допустимое кол-во дефектов без исправления, % | предельно допустимое кол. дефектов, при котором разрешается исправление, % | | |
| I | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | II | I2 |
| I | Отсутствие взаимного проплавления /зазор, склейка/; уменьшение размеров литого ядра /зоны/ более чем на I5% от минимально допустимых | а/Мал сварочный ток; б/Велико усилие сжатия электродов/роликов/; в/увеличение размеров рабочей поверхности электродов/роликов/; г/мала длительность импульса; д/шунтирование тока/детали касаются токоподвода, уменьшается шаг между точками/. | а/Внешний осмотр; б/Местное отгибание кромок при толщине деталей до I мм; в/Технологическая проба; г/Исследование макрошлифов; д/Испытание на герметичность | не допускается | 5 | не допускается | I0 | 3* | I5 | а/Повторная сварка по дефектной точке, участку шва б/Постановка двух точек рядом с дефектной** в/Высверливание дефектов точки и постановка заклепки или пробки АрДЭС г/Разделка шва и сварка плавлением | *Дефект допускается если между двумя дефектными точками не менее 5 качественных точек, а при шовной сварке между дефектными участками не менее 300 мм качественного шва /длина дефектного участка не должна превышать 25 мм/. **Сварку производить на специально отработанных режимах. |
| 2. | Уменьшение размеров литой зоны: диаметр /ширина литой зоны/ не более чем на I5% от минимально допустимых; проплавление не менее I0% | См.п.I | а/Рентгеновское просвечивание с применением контрастных материалов /см.РТМ-II52/ б/Контроль макроструктуры при разрушении узла/при приемке партии узлов/. | 5* | не исправляется | I0* | не исправляется | I5* | не исправляется | | *Дефект допускается, если между двумя дефектными точками не менее 5 качеств. точек, а при шовной сварке между дефектными участками не менее 200 мм качественного шва/длина дефектного участка не должна превышать 30мм/ **Дефект допускается, если между двумя дефектными точками не менее 2 качественных точек, а при шовной сварке между дефектными участками не менее |

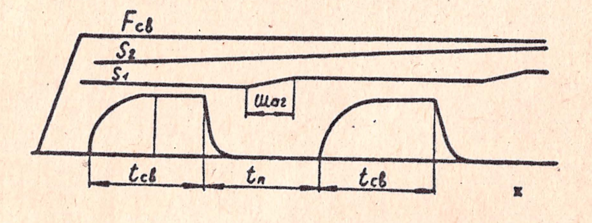
Продолжение таблицы 33

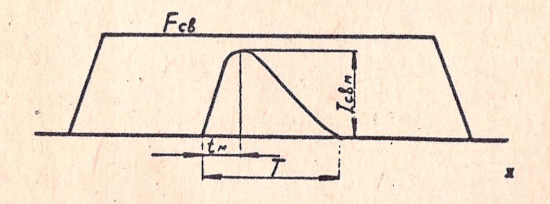
| I | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | | 100мм качественного шва /длина дефектного участка не должна превышать 30мм./ В швах дефект допускается при условии их герметичности /испытания по ТУ/ |
| 3. | Наружный выплеск | а/Плохая подготока поверхности детали б/Загрязнение электродов /роликов/ в/Мало усилие сжатия электродов /роликов/ г/Велик сварочный ток д/Перекос деталей | Внешний осмотр | не допускаестя | 5 | не допускается | I0 | не допускается | 20 | Зачистка поверхности абразивным кругом на резиновой основе, наждачной бумагой т.п. | Выплески в случае необходимости исправляются АрДЭС с предварительной зачисткой поверхности. Необходимость исправления устанавливает главный сварщик в каждом конкретном случае. |
| 4. | Внутренний выплеск | а/Некачественная сборка/чрезмерные зазоры/ б/Мала величина нахлёстки/см.также п.3:а,в,г/ в/Смешение точки /шва/ к краю нахлёстки | а/Внешний осмотр б/Рентгеновский контроль | 5* | 5 | 5* | I0 | I5** | 25 | См.п.I | *Дефект допускается, если между двумя дефектными точками не менее 2 качественных точек, а при шовной сварке между дефектными участками не менее 100 мм качественного шва/длина дефектного участка не должна превышать 25 мм/ **Дефект допускается, если между двумя дефектными точками не менее 5 качественных точек, а при шовной сварке между дефектными участками не менее 300 мм качественного шва/длина дефектного участка не должна превышать 25мм |
| 5. | Разрыв и наружные трещины в металле у кромки нахлёстки | а/Шов расположен близко к кромке нахлёстки б/Мала нахлёстка | Внешний осмотр | не допускается | 2 | не допускается | 5 | не допускается | I0 | АрДЭС | Дефект допускается к исправлению, если между дефектными участками не менее 100 мм. качественного шва. |
| 6. | Деформация кромки нахлёстки без образования надрывов и трещин | См.п.5 | См.п.5 | 5 | не исправляются | I0 | не исправляется | не контролируется | не контролируется | – | При систематическом наличии дефекта должны быть приняты меры по его предупреждению. |

Продолжение таблицы 33.

| I | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | I0 | II | I2 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 7. | Чрезмерные вмятины от электродов. Подрез при шовной сварке. | а/Мал размер рабочей поверхности электродов (роликов) б/Велик сварочный ток в/Велика длительность сварочного импульса г/Перекос деталей при сварке | а/Внешний осмотр б/Измерение глубины вмятин | 5 | не исправляется. | I0 | не исправляется | не контролируется | не контролируется | | Пригодность сварного узла с вмятиной более 30% определяет конструктор совместно с главным сварщиком. |
| 8. | Наружные трещины | а/Плохая подготовка поверхности б/Мало усилие электродов в/Внутренний выплеск | а/Внешний осмотр | не допускается | 3 | не допускается | 5 | не допускается | I5 | АрДЭС | |
| 9. | Внутренние трещин, раковины, поры | а/Плохая подготовка поверхности б/Мало усилие электродов (роликов) в/Мала длительность импульса сварочного тока (низколегированной стали). г/Велика скорость сварки (при роликовой сварке) | а/Рентгеноконтроль б/Исследование макрошлифов | 5* | I0 | I0* | 20 | не контролируется | не контролируется | См.п.I | Трещины менее I/3 диаметра (ширины) литой зоны, а также отдельные раковины и поры менее I/6 диаметра (ширины) литой зоны независимо от их расположения не являются признаком дефекта сварного соединения. * Без исправления допускаются трещины не более I/2 диаметра(ширины) литой зоны, раковины и поры не более I/3 диаметра (ширины) литой зоны. Между дефектными точками должно быть не менее 5 качественных точек, а между дефектными участками шва не менее 100 мм качественного шва (длина дефектного участка не более 25 мм). |
| I0. | Отсутствие герметичности роликового шва | См.п.I,4,7 | Проверка на герметичность | не допускается | 5 | не допускается | I0 | не контролируется | не контролируется | См.п.I | |

| I | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | I0 | II | I2 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| II. | Смещение точек или роликового шва от намеченного положения. | Небрежная работа сварщика | Внешний осмотр | По шагу +I0% От оси ±1мм | Не исправляется | По шагу +I0% От оси ±2мм | не исправляется | по шагу ±I0% от оси ±2мм. | Не исправляется | | Смещение от оси допускается без исправления, если отсутствуют выплески, раздавливание кромки нахлёстки и т.п. Большие отклонения по шагу могут быть допущены главным сварщиком по согласованию с конструктором узла. |
| I2. | Прожог | а/Неисправное сварочное оборудование б/Загрязнение нахлёстки | Внешний осмотр | не допускается | не допускается | не допускается | не более одного прожога на узел | не допускается | не более одного прожога на узел | Разделка дефектного места и сварка плавлением. | *Пригодность сварного узла к исправлению определяется конструктором и главным сварщиком. |
| | Максимально допустимое общее количество дефектов сварного соединения | | | 5 | I5 | I0 | 20 | 20 | 25 | | |


Fсв
S2
S1
Шаг
tсв
tп
tсв
х


Fсв
Iсвп
tн
T
х

Пояснения и условные обозначения
к циклограммам процессов сварки.

а,е -обычные циклограммы процессов точечной и шовной сварки /машины типа МТ и МШ с прерывателями ПИТ,ПИШ,ПСЛ/.

б,в,г-циклограммы точечной сварки с применением модулированного импульса тока и ковочного усилия.

Ковочное усилие в сочетании с плавным спадом тока позволяет устранить дефекты усадочного характера /поры,раковины,трещины/ Плавное нарастание тока снижает вероятность выплесков и повышает стойкость электродов.

Циклограммы б,в,г применяются при точечной сварке на машине МТ-3201,2002,1223 и на машинах типа МТ,МТП,укомплектованных шкафами управления ШУ-123/ПСЛТ-1200/.

д - циклограмма точечной сварки с термообработкой между электродами машины /машины МТ-3201,2002,1223, а также типа МТ и МТП, укомплектованные шкафами ШУ-123 и ПСЛТ-1200/

ж - циклограмма точечной сварки на низкочастотных машинах типа МТПТ

з - циклограмма шовной сварки на низкочастотных машинах /МШПИ и МШПТ/

и - циклограмма точечной сварки с термообработкой между электродами на машине постоянного тока /типа МТВ,МШВ/;

Ковочное усилие в сочетании с плавным спадом тока позволяет устранить дефекты усадочного характера;

к - циклограмма шовной сварки с шаговым / $S_1$ / или непрерывным вращением / $S_2$ / роликов на машине постоянного тока /типа МШВ/;

л - циклограмма точечной сварки на конденсаторной машине /типа МТК/

$F_{св.}$- усилие сжатия электродов /роликов/ даН;

$F_к$ - ковочное усилие, даН;

$I_{св.и}$-амплитудное значение импульса сварочного тока, ка;

$I_{сп.и}$ -амплитудное значение тока спада,кА;

$I_{\text{св.д}}$ -действующее значение сварочного тока, кА;

$t_{\text{св.}}$ -длительность включения сварочного тока, с;

$t_{\text{доп.}}$ -длительность включения дополнительного импульса тока, с;

$t_{\text{н}}$ -длительность нарастания сварочного тока, с;

$t_{\text{сп.}}$ -длительность спада сварочного тока, с;

$t_{\text{п}}$ -длительность паузы между импульсами тока, с;

$t_{\text{к}}$ -включение ковочного усилия, с;

$t_{\text{м}}$ -время от включения тока до его амплитуды, с;

$T$ -общая длительность импульса тока, с;

$I_{\text{доп.д}}$ -действующее значение дополнительного тока, кА;

$I_{\text{доп.м}}$ -амплитудное значение дополнительного тока, кА;

$S_1, S_2$ -перемещение свариваемых деталей.

---

## СОДЕРЖАНИЕ

стр.